

**«ЎЗБЕКИСТОН ТЕМИР ЙЎЛЛАРИ»
АКЦИЯДОРЛИК ЖАМИЯТИ
ТОШКЕНТ ТЕМИР ЙЎЛ МУҲАНДИСЛАРИ ИНСТИТУТИ**

“Кўприклар ва тоннеллар” кафедраси

**“ИНШООТЛАР ЗИЛЗИЛАБАРДОШЛИГИ”
ФАНИДАН**

МАЪРУЗА МАШҒУЛОТЛАРИ

ТОШКЕНТ – 2018

МАЪРУЗА 1.

КИРИШ. ЗИЛЗИЛАЛАРНИНГ САБАБЛАРИ ВА ХОССАЛАРИ

Маъруза режаси

1. Зилзилалар сабаблари.
2. Антисейсмик чоралар.
3. Зилзилабардош кўприксозлик тарихи ҳақида қисқача маълумот.

Таянч иборалар:

Кўприк, йўл ўтказгич, зилзила, зилзила сабаблари, антисейсмик чоралар, кўприксозликнинг тарихи, босқичлари ва йўналишлари.

Кириш

Ҳозирги вақтда Ўзбекистон Республикаси юқори суръатлар билан ривожланаётган давлатлар қаторига киради. Ўзбекистон мустақилликка эришгандан бери урф–одатлар янгиланмоқда, қадимги миноралар ва сунъий иншоотлар тикланмоқда. Ўзбекистоннинг транспорт инфратузилмасини ривожланишида бир вақтлар Ғарбни Шарқ билан боғлаб турган Буюк Ипак йўлини тиклашнинг аҳамияти каттадир.

Шунинг учун автомобил ва темир йўллари, шу жумладан кўприкларни куришга катта эътибор қаратилади. Қарши-Ғузор-Қумқўрғон», «Мароканд-Қарши» янги темир йўл линияси, Тошкент халқа автомобил йўли (ТХАЙ) қурилган, ҳамда «Гулистон-Ангрен» йўналиши бўйича янги темир йўл линияларни куриш бошланди.

Ўзбекистон темир йўллари анча ривожланган. Шунини билиш керакки, Ўзбекистон темир йўллари куриш ишлари кенг қўламда амалга оширилган Марказий Осиёдаги давлатлардан деярли ягонасидир. Ўзбекистон ҳукумати темир йўл тизимини тиклашга катта моддий маблағлар ажратган. Нукус, Урганч ва Учкудук шаҳарлари ўзаро янги темир йўллар билан боғланган. Асосий темир йўлларимизнинг жами узунлиги деярли 4400 километрни ташкил этади.

Юртимиз Президенти ўз китобларида таъкидлаб ўтганларидек, “умумий фойдаланишдаги автомобил йўллари ривожлантиришни 2010-2015 йилларга тузилган Дастурини амалга ошириш орқали ҳозирнинг ўзида Республикамизни барча регионлари орасида йил давомида узлуксиз мустаҳкам транспорт алоқаси таъминланмоқда, юк ва йўловчиларни узлуксиз равишда қўшни давлатлар чегараларини кесиб ўтмасдан ташишга шароитлар яратиб берилмоқда, ҳудудимиз бўйлаб юклар транзитини кескин оширишга имкон яратилмоқда”. Шу билан бирга, автомобил йўлларидаги бунёдкорлик ишлари давом этмоқда. Умумий фойдаланишдаги автомобил йўллари узунлиги ҳамда уларни техник кўрсаткичлари бўйича МДХ давлатлари орасида Ўзбекистон етакчи ўрин эгаллаши диққатга сазовордир.

Ўзбекистонда жадаллик билан бино ва иншоотларнинг қурилиши, ҳамда турли хил иншоотлар лойиҳаланиши амалга оширилмоқда, булар қаторига темир бетон тўсинли кўприклар, йўл ўтказгичлар, виадуклар каби кўплаб сунъий иншоотлар ҳам киради.

Шунини таъкидлаб ўтиш керакки, Ўзбекистон ҳудудининг кўп қисми сейсмик жиҳатдан хавфли. Шунинг учун кўприк қурилишига жуда катта талаблар қўйилиши керак. Республикадаги кўприкларнинг кўпчилигини темир бетон кўприклар ташкил этади.

Сейсмик ҳудудлардаги турли иншоотларни ҳисоблаш ва лойиҳалаш борасидаги катта ютуқлар мавжудлигидан қатъий назар, умумий зилзилабардошлик назариясига нисбатан кўприклар зилзилабардошлиги назарияси анча орқада қолган, чунки зилзилалардан талофот кўрган ҳудудлардаги иншоотлар шикастланишларига кўра кўприклардаги шикастланишларнинг улуши кам бўлади, бу эса сейсмик ҳудудлардаги қурилиш ишларида асосий эътибор турар–жой ва саноат биноларини зилзилабардошлигини таъминлаш масаласига қаратилишига олиб келади.

Кўприкларни сейсмик таъсирларга ҳисоблашда ҳисоблаш схемаларини белгилаш бўйича мавжуд тавсияларда кейинги 10 йил ичида юзага келган кўп поғонали лойиҳалаш, ҳамда сейсмоизоляция ва сейсмик сўндириш тамойилларига асосланган кўприкларни зилзилабардошлигини кучайтириш учун қўлланиладиган янги конструкциялар эътиборга олинмаган.

Турли хил сейсмоҳимоялаш қурилмаларидан кенг қўламда фойдаланиш жараёнида кўприкларни сейсмоизоляциялаш кўрсаткичларини энг мақбулларини танлаш ва асослаш бўйича тадқиқот ишлари деярли олиб борилмайди, гарчи зилзила вақтида сейсмоизоляцияланган кўприклар ҳолати сейсмоизоляцияланган бинолардан анча фарқланадиган бўлса ҳам.

1. Зилзилалар сабаблари

Зилзилалар келтириладиган талафотлар бўйича тайфун ва сув тошқинларидан кейин учинчи ўринда туради. Зилзилалар натижасида минглаб одамлар ҳалок бўладилар, ўнг минглаблари эса бошпанасиз қоладилар.

Одатда зилзилаларга Ер қобиғининг тектоник деформациялари сабаб бўлади. Бундай деформациялар жараёнида маълум микдордаги кучланишлар таъсирида тўсатдан бузилишлар келиб чиқади – у ёки бу кўринишдаги дислокациялар ҳосил бўлади. Бунда катта микдорда деформациянинг энергияси бўшаб чиқади ва ҳар тарафга тарқалиб кетадиган тўлқинлар ҳосил бўлади. Ер юзига етганда, улар зилзилаларни – грунт қатлами устки қисмининг тебранма ҳаракатини келтириб чиқаради.

Зилзилалар одатда Ер қобиғининг ёрилган жойларида келиб чиқади, чунки бундай жойларда тектоник жараёнлар фаоллиги каттароқ ва қобиқ мустаҳкамлиги камроқ бўлади.

Тектоник зилзилалар табиий зилзилалар гуруҳига мансуб. Бу гуруҳга ер ости каналларидан магманинг ҳаракатланиши ҳамда вулқонлар отилиши жараёнида тоғ жинсларини кулаши ва йирик материкларни тушиб кетиши билан боғлиқ бўлган газларни портлаши натижасида келиб чиқадиган зилзилалар ҳам киради.

2. Антисейсмик чоралар

Зилзилабардош қурилиш учун кучли зилзилалар вақтида иншоотлар ҳолатини тавсифловчи мавжуд маълумотларнинг аҳамияти жуда катта. Бундай маълумотларни таҳлили конструкцияларнинг нозик жойларини ва зилзилалар таъсирига хос шикастланишларни, иншоотларнинг зилзилабардошлигини аниқлашга, ҳамда лойиҳалашга доир тавсияларни ва антисейсмик чораларни ишлаб чиқишга имкон беради. Кучли зилзилалар оқибатларини ўрганиш иншоотларнинг зилзилабардошлигининг амалий масалаларини ишлаб чиқиш учун зарур бўлиб, зилзилабардошликнинг умумий назарияси учун аҳамияти катта, чунки иншоотларда сейсмик кучланишлар тақсимланишини аниқлашга, назарий ҳисоблаш қоидаларини баҳолаш меъзони бўлиш учун хизмат қилади. Йўл ва бошқа махсус иншоотларнинг зилзилабардошлик масалалари ҳали ҳам етарли даражада ишлаб чиқилмаган. Шунинг учун йўл иншоотларини кучли зилзилалар вақтидаги ҳолатини ўрганиш иншоотларни лойиҳалаш ва қуриш амалиёти талабларига жавоб беради. Йўл иншоотларини зилзилалар вақтидаги ҳолатини ўрганиш зилзилабардошлик назариясининг умумий қоидаларини қўлланиш соҳаларини кенгайтиради ҳамда эътиборга олинмай қолган айрим ўзига хос қонуниятларини очишга имкон беради.

Булар сунъий иншоотларнинг сейсмик шикастланишлари ҳақида мавжуд маълумотларни батафсил ўрганиш заруратини белгилайди.

Сейсмик талафотлар ҳақидаги маълумотлар таҳлили 7...9 балл кучига эга зилзилалар кўпгина иншоотларни катта зарар кўришига ҳамда транспорт ҳаракатини издан чиқишига, яъни бир неча кундан то бир неча ҳафтагача бутунлай тўхтаб қолишигача олиб келишини кўрсатди.

Транспорт ҳаракатини бузилиши қутқарув, фавқулодда ва тиклаш ишларини олиб боришда қийинчиликларга олиб келади. Темир йўлларни узоқ муддатга ишдан чиқиши

саноат ва кишлоқ хўжалик ишларини мураккаблаштиради, чунки битта дон заводнинг маҳсулотини ўз вақтида етказиб берилмаслиги ўзаро боғлиқ корхоналар тизимининг ишлаб чиқариш ритмининг бузилишига олиб келади, ишлаб чиқариш самарадорлигини тушириб юборади.

Ҳалокатли зилзилалар ҳудудида сув тошқини хавфи бор жойлардан аҳолини кўчириш, муҳим халқ хўжалиги юklarини олиб кетиш ишларини бажариш зарур. Бу масалаларни амалга ошириш учун сейсмик ҳудудларда авваламбор, кўприкларни зилзилаларга қарши ҳимоясига эътибор қаратилади.

Антисейсмик чоралар С.В. Медведев, Н.В. Шебалин ва кўпгина бошқа олимларнинг сейсмология маълумотларини К.С.Завриев, И.Л. Корчинский, Ш.Г. Напетваридзе, С.В. Поляков ва бошқаларнинг зилзилабардошлик назарияси билан биргаликда қўллашга асосланган. Кўприкларнинг зилзилабардошлиги бўйича олиб борилган махсус тадқиқотлар Г.Н. Карцивадзе, В.А. Словинский, В.П. Чуднецов ва бошқалар томонидан олиб борилган.

3. Зилзилабардош кўприксозлик тарихи ҳақида қисқача маълумот

Кучли зилзилалар вақтидаги инсонларнинг қурбон бўлиши ва моддий талофотлар фуқаро қурилиши сифатига боғлиқ бўлади, шунинг учун зилзилабардош қурилиш соҳасидаги тадқиқотларда айти шунга катта эътибор қаратилади. Аммо, бу муаммо кўприк қурилишида ҳам ўта муҳим ҳисобланади, чунки кўприклар бундай ҳолларда чегараловчи тўсиқ сифатидаги иншоот бўлиб, зилзиладан зарар кўрган ҳудудларнинг ҳаётини таъминлаш иншоотлари қаторига киради ва уларни тиклашга катта маблағ, кўп куч талаб этилади.

Хитойнинг Тибет билан чегарадош Гансу вилоятида 1920 йилда бўлиб ўтган зилзила 40 000 кв.км майдонни вайронага айлантириб, 400000 кишини қурбон қилган. 1948йил Ашхободдаги зилзилада 100000 киши, 1988 йили Арманистондаги зилзилада 30000 киши ҳалок бўлган. 1-расмда Арманистон ер қимирлашининг эпицентрида жойлашган Спитак шаҳрининг Налбанд темир йўл станциясидаги кучли зилзиланинг аянчли оқибатлари кўрсатилган.

Зилзила оқибатлари оғир бўлишини эътиборга олиб, сейсмик ҳудудларда бино ва иншоотларни лойиҳалаш, қуриш ва эксплуатация қилишда меъёрий талабларга риоя қилинса, талафотларни камайтишига ва одам хавфсизлигини таъминлашга эришиш мумкин экан.

Кучли зилзилалар таҳлили шуни кўрсатдики, инсонларни ҳалок бўлиш ҳоллари ва кўплаб иншоотларнинг бузилиши кўпинча зилзилабардош қурилишнинг замонавий меъёрлари киритилишидан аввал қурилган турар-жой биноларида учраган.



1–расм. 1988 йил. Арманистон ер қимирлашидан сўнг Спитак шаҳри яқинидаги Налбанд темир йўл станцияси кўриниши

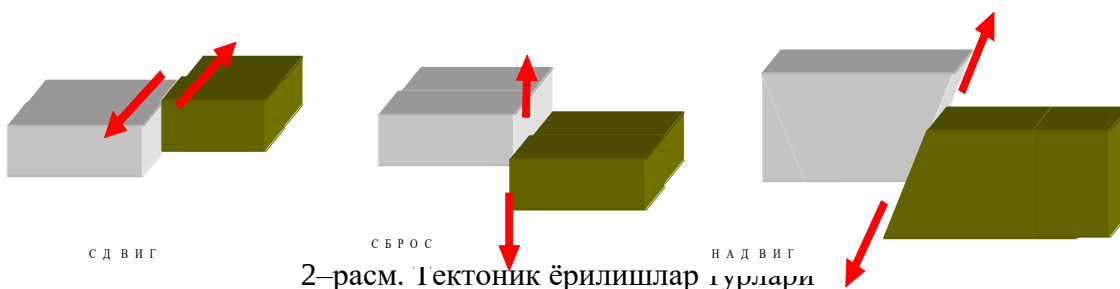
Калифорниянинг Лома-Приета шаҳридаги ер қимирлашда зилзила кучи Арманистондагидан кам бўлмаганлигига қарамасдан фақат 100 га яқин киши ҳалок бўлган.

Маълумки, Ернинг марказий қисми қаттиқ қобик – мантия билан ўралган ядродан иборат. Унинг чуқур қисми қуйи мантия, унинг устидаги қалинлиги 1000 км га яқин қатламни – юқори мантия деб номланади. Бу мантия қалинлиги 5 дан 50 километргача бўлган ер қобиғи билан қопланган.

Ер қимирлашининг сабаби, Ер қобиғи қатламларини ўзаро сурилишларига олиб келувчи устки мантиядаги ҳаракатлар деб ҳисоблашади. Агар ер қобиғининг силжийдиган қисмлари орасидаги масофа кичик бўлса, унинг эгилувчанлиги етарли даражада бўлмайди ва жинслардаги кучланиш маълум даражага етганда, уларнинг мустаҳкамлик чегарасидан ортиб кетади ва ёриқ ҳосил бўлади, жинсларнинг четлари сурилиб, ер қимирлайди. Кўпчилик ҳолларда зилзилалар ер қобиғининг мустаҳкамлиги камроқ бўлган ёрилган жойларида бўлиб ўтади. Сурилишнинг турига кўра ёриқ жойлардаги зилзилалар механизмини уч турга ажратилади – сурилиш, тушириб юбориш (сброс) ва устма–уст сурилиш (надвиг) (2–расм).

Зилзила ўчоғидан ер юзаси томон икки хилдаги чуқурлик тўлқинлари деб номланадиган сейсмик кўндаланг ва бўйлама тўлқинлар тарқалади.

Бўйлама тўлқинлар грунтнинг элементар ҳажмини сиқилиш–чўзилишини белгилайди. Бунда грунт заррачалари тўлқин тарқалиш тарафига тебранади.

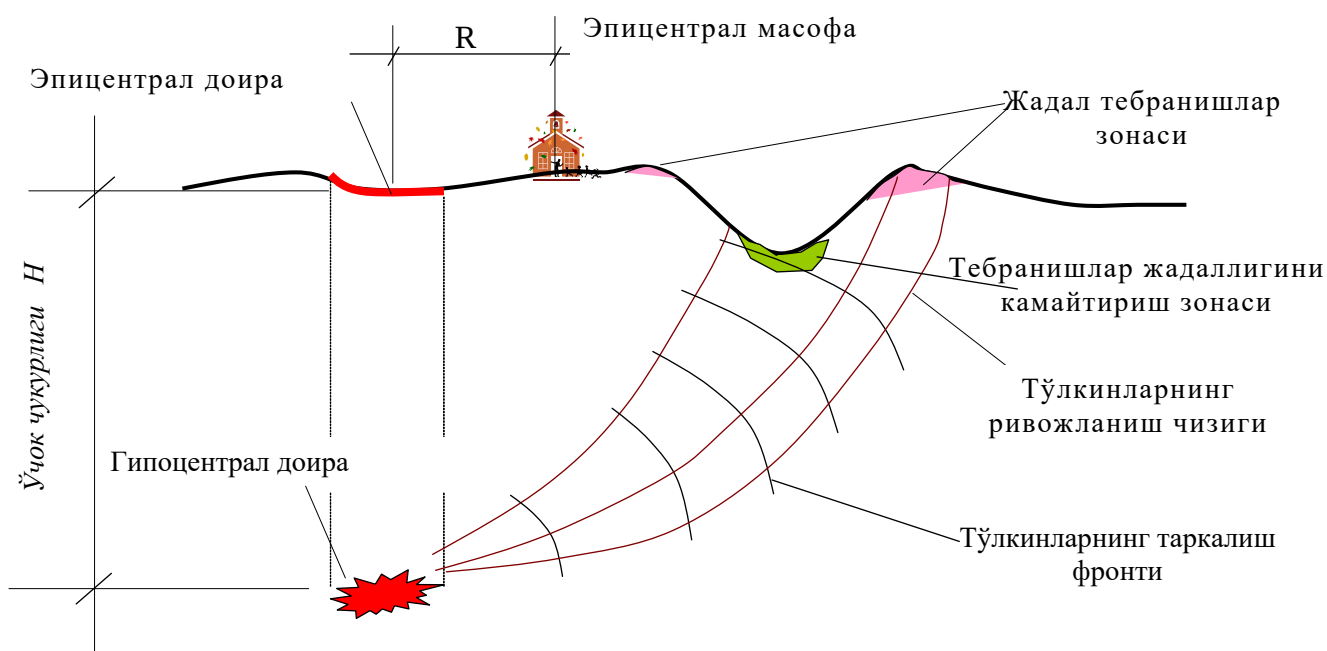


Кўндаланг тўлқинлар (сурилиш тўлқинлари) грунтнинг элементар ҳажмини сурилиш деформациясини белгилайди. Бунда грунт заррачалари тўлқин тарқалиш тарафига перпендикуляр равишда тебранади.

Кўндаланг тўлқинлар бўйламаларга нисбатан тахминан 1,5 баробар секинроқ тарқалади.

Бундай силжишларга дуч келган Ернинг чуқур қатламлари зилзила ўчоғи ёки гипоцентри, унинг ер юзига проекцияси эса – эпицентр доираси деб номланади. Бу доиранинг ўртаси – эпицентр, ундан объектларгача бўлган масофани эса эпицентрал масофа дейилади (3–расм).

Ер қобиғини яхлитлигини бузилиши натижасида ўчоқда тўлқинлар ҳосил бўлади ва улар сейсмик тўлқинлар кўринишида ер юзига кўтарилади. Ўчоқдан юқорига икки турдаги тўлқинлар тарқалади: бўйлама (чўзувчи–сиқувчи) ва кўндаланг (сурувчи). Маълумки, бўйлама тўлқинларда заррачалар тўлқин тарқалиш йўналиши бўйлаб, кўндаланг тўлқинларда эса кўндалангига силжийдилар. Чуқурлик тўлқинларини ер юзидан аксланиши қўшимча юзаки Рэлей ва Ляв тўлқинларини келиб чиқишига олиб келади.



3-расм. Тўлкинларни ўчоқдан ер юзига тарқалиши

1906 йил 18 апрелдаги кучли зилзила Сан-Франциско шаҳрини вайрона қилган. Бундай ҳодисалар сейсмология ва сейсмик қурилишнинг ривожланишига катта таъсир кўрсатган. Америкалик инженер Г. Рейд тектоник зилзилаларнинг намоён бўлиш шакллари ва келиб чиқиш сабабларини ўз ичига олган эластик қайтиш назариясини (теорию упругой отдачи) ишлаб чиққан. Бу назарияга асосан тектоник зилзилалар тоғ жинсларини тўсатдан ёрилишида ҳосил бўлади. Ёрилишдан аввал зилзила ўчоғида ер қобиғининг айрим қисмларини аста-секин бир-бирига нисбатан силжиши натижасида эластик деформациялар секин ўсиб боради.

Ўчоқнинг бир қисмида (гипоцентр ёки зилзила фокусида) қобиқнинг кўтарувчанлик қобиляти чегарасига етганда, тектоник ёрилиш ва деформациялар ҳосил бўлади ва жинслар ўз кучланишлари таъсирида то эластик деформацияларнинг катта қисми ёки бутунлай бартараф бўлмагунга қадар қайтишга (отдачага) дучор бўладилар. Ёрилиш (разлом) гипоцентрдан 2...3 км га тезлик билан тарқалади.

Кўприклар зилзилабардошлиги назариясининг пайдо бўлиши XIX асрнинг охири XX асрнинг бошларига тўғри келади, бунда 1891 йили Япониянинг Мино-Овари шаҳрида катта вайронагарчиликга олиб келган зилзила оқибатларини япон олимлари текшириши натижасида илк мартаба грунтнинг максимал сейсмик тезланишлари ҳақида маълумотлар олинган ва бу зилзила вақтида иншоотга таъсир этувчи сейсмик кучларни аниқлаш масаласини ечиш муаммосини олимлар олдида қўйган.

Бир қанча вақт давомида кўприкларга жуда катта ва оғир таянчлар қурилган, бу бир мунча конструкциянинг зилзилабардошлигини оширар эди. Шу мақсадда 1906 йил Омори горизонтал гармоник тебранишларга йўлиқувчи платформаларда жойлашган ғишт устунчаларда ҳосил бўладиган сейсмик кучларни аниқлаш мақсадида бир қатор тажрибалар ўтказган. Омори назариясига кўра, сейсмик кучларнинг максимал қийматлари қуйидаги ифода орқали топилади:

$$S = K_c Q, \quad (1)$$

бу ерда Q – иншоот бир қисмининг вазни;

K_c – сейсмик коэффициент, у асос тезланишининг максимал миқдорини эркин тушиш тезланишига бўлган нисбатига тенг.

Бу назарияда сейсмик коэффициент миқдори зилзиланинг кутилган кучига (худуднинг баллиги) мос равишда катта вайроналарга олиб келадиган зилзилалар ҳақидаги макросейсмик маълумотлари асосида қабул қилинган. Бундай талқин ҳозирги вақтгача сақланиб келган.

XX аср бошида АҚШ нинг Калифорния штатида 1906 йил катта вайронагарчиликка олиб келган ва 1923 йил Японияда бир қанча иншоотларни бузилишига олиб келган зилзилалар бўлган. Аляскадаги (1964 й.) ва Калифорниядаги (1971 й.) зилзилалардан сўнг, ўта шиддатли ва узоқ вақт давом этадиган сейсмик таъсирларга қарши тура оладиган кўприклар қуришнинг чоралари ишлаб чиқилган.

Шуни таъкидлаш керакки, бундан кейинги кўприкларни зилзилабардошлиги бўйича тадқиқот ишлари Японияда олиб борилган. АҚШ, Янги Зеландия, Ҳиндистон, Канада, Япония ва бошқа давлатларда сунъий транспорт иншоотларининг сейсмик шикастланишларининг кўпчилиги жойнинг ўзида текшириш ишлари бажарилган.

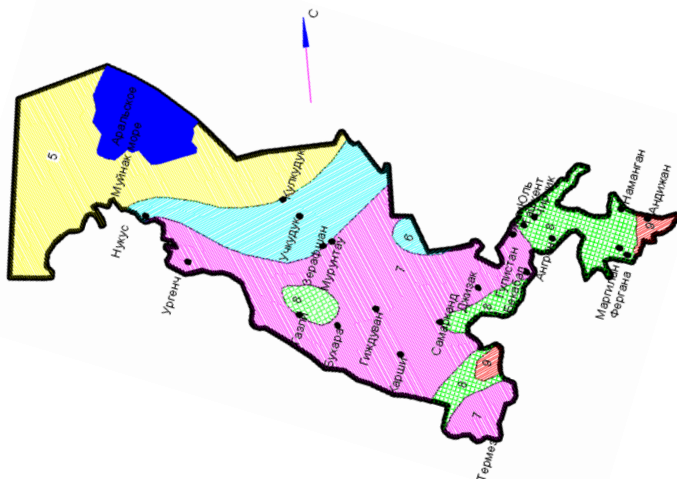
XX асрнинг 30-йилларидан бошлаб йирик кўприклар қурилиши бошланиши сабабли АҚШ, Янги Зеландия, Япония ва бошқа давлатларда таянчлар ва оралиқ қурилмаларнинг зилзилабардошлиги бўйича тадқиқот ишлари амалга оширилган. СССРда зилзилабардошлик қурилиш муаммолари бўйича тадқиқотлар ўтган асрнинг 20-йилларида бошланган. Туркистон-Сибир темир йўл магистралини қурилиши муносабати билан К.С. Завриев томонидан тадқиқот ишлари олиб борилди.

АҚШ (Аляскадаги, 1964 й.) ва Япония (Фукуидаги, 1948й.) зилзилалар кўприкларнинг зилзилабардошлилиги борасида олиб борилган тадқиқотлар етарли даражада эмаслигини кўрсатди.

Юқорида айтиб ўтилган ишланмалар натижасида кўприклар зилзилабардошлиги назарияси билан бирга уларни лойиҳалаш амалиёти ҳам такомиллашди. Буларнинг натижасида СНиП II-12-69, СНиП II-7-81, СНиП II-7-81* лар ишлаб чиқилиб нашр этилди. Уларда кўприкларга оид спектрал эгриликлар бўйича зилзилабардошлиликка динамик ҳисоблаш усули ишлаб чиқилган ва асослаб берилган.

Замонавий зилзилабардошлик назариясига А.Д. Абакаров, Я.М. Айзенберг, А.А. Амосов, Т.А. Белаш, В.А. Биховский, И.И. Голденблат, Т.Ж. Жунусов, В.А. Иличев, К.Н. Карцивадзе, Б.Г. Коренев, Э.В. Костерин, И.Л. Корчинский, Е.Н. Курбацкий, А.И. Мартемьянов, С.В.Медведев, Ш.Г. Напетваридзе, В.С. Поляков, В.Т. Рассказовский, Т.Р. Рашидов, Н.А. Красин, Л.М. Резников, О.А. Савинов, А.П. Сеницын, Ю.М. Силницкий, А.М. Уздин, М.Т. Уразбаев, Г.С. Шестоперов, шу жумладан хорижий олимлардан М. Био, Д. Келли, К. Кубо, М. Микошиба, Нишики, Омори, В. Робинсон, Р.Скиннер, Хаузнер ва б. ўзининг салмоқли хиссаларини қўшганлар.

Ўзбекистон худудида ер қимирлашлари бўлиб туриши анчадан бери маълум. Аммо улар ҳақида маълумотлар XIX асрнинг иккинчи ярмидан мунтазам тўпланиб борилди. Ўзбекистоннинг сейсмик жиҳатдан фаол худудларида йилдан-йилга ўсиб бораётган қурилиш темплари сейсмологлардан микрохудудлар ҳамда алоҳида қурилиш майдончаларининг сейсмик жиҳатдан хавфлилиги ҳақида ишончли, аниқ маълумотларни талаб этади. Ўзбекистон Республикасининг умумий сейсмик худудлаштириш харитаси 4-расмда келтирилган.



4–расм. Ўзбекистон Республикаси ҳудудининг умумий сейсмик ҳудудлаштириш харитаси

Назорат саволлари

1. Зилзилалар сабабларини келтиринг.
2. Зилзилабардош кўприк қурилиши назариясини босқичларини тушунтиринг?
3. Антисейсмик чора-тадбирларга нималар киради?
4. Зилзилабардош кўприксозликнинг асосий етакчи йўналишлари қанақа?

Асосий дарсликлар ва ўқув қўлланмалар

1. Мосты и тоннели на железных дорогах: Учебник для вузов/под ред. В.О.Осипова.М.: Транспорт, 1988.
2. Shermuxamedov U.Z. Transport inshootlarining zilzilabardoshligi. 5A340603– «Ko‘priklar va transport tonnolari ekspluatatsiyasi» mutaxassisligi 1 va 2-bosqich magistratura talabalari va professor-o‘qituvchilar uchun o‘quv qo‘llanma.–ToshTYMI, 2014.–77 b.
3. М.М. Мирсаидов, Т.З. Султанов. Иншоотлар зилзилабардошлиги. Тошкент: Фан, 2012. – 240 б.

МАЪРУЗА 2. СЕЙСМИК ШКАЛАЛАР

Маъруза режаси

1. Сейсмик шкалалар
2. МДХ давлатлари ҳудудининг сейсмиклиги.
3. Зилзилалар ўчоқларининг соҳалари.
4. Зилзиланинг жадаллиги ва магнитудаси

Таянч иборалар:

Кўприк, зилзила, зилзила сабаблари, антисейсмик чоралар, сейсмик шкалалар, зилзилалар ўчоқларининг соҳалари, Меркалли, Рихтер ва Япония шкалалари.

1. Сейсмик шкалалар

Зилзилаларни тавсифлаш мақсадида шиддатлилиги ва магнитудалар шкалаларидан фойдаланилади. Тарихга кўра биринчи бўлиб XIX аср охирларида қурилмаларнинг бузилиш даражаси ва одамларнинг зилзила вақтида ўзини тутиши тўғрисидаги маълумотларга асосланган шиддатлилиқ шкалалари тузилган. Кейинчалик улар грунт тебранишларини тавсифловчи миқдорий маълумотлар билан тўлдирилган эди. XX асрнинг бошига келиб даставвал А.Канкани грунт тебранишларининг максимал тезланишини сейсмик шиддатлилиқ ўлчами сифатида қабул қилишни таклиф этди. Бундан кейин С.В. Медведев, А.Г. Назаров ва А.М. Садовскийлар томонидан сейсмик шиддатлилиқнинг турли соний ўлчамлари таклиф этилди.

Зилзилаларнинг шиддатлилиги (кучи) нинг шкалаларидан сейсмик ҳудудлаштириш хариталарини тузишда ва биноларнинг бузилиш даражасини тахминан баҳолашда фойдаланилади.

Ҳозирги кунда МДХ ва қатор Европа давлатларида С.В. Медведев, В. Шпонхойер ва В. Карник томонидан ишлаб чиқилган 12 балли MSK-64 шкаласидан фойдаланилади. Японияда 7 балли сейсмик шкала ишлатилади. АҚШ да 12 балл модификациялашган тахминан MSK-64 шкаласига тўғри келадиган Меркалли шкаласи (ММ) дан фойдаланилади. Япон ва ММ шкалалари орасидаги нисбат қуйидаги формула орқали ифодаланади:

$$I_M = 0,5 + 1,5 D_M, \quad (2)$$

бунда I_M , D_M – тегишлича ММ ва япон шкалаларига кўра зилзила кучи.

Хориж давлатларида қўлланиладиган 10 балли Росси-Форел шкаласининг ёши ундан ҳам улуғроқ.

MSK-64 шкаласи асбоб қисмидан ва тасвирловчи (макросейсмик) қисмлардан иборат. Асбоб қисми бўйича 5-10 балл кучга эга зилзилаларнинг бали аниқланади. Бунда грунт устига ўрнатилган сейсмометрлар кўрсатишлари олинади.

Шкаланинг тасвирлаш қисмида эса одамларнинг ўша даврдаги ҳиссиётлари, уй ҳайвонларининг ўзини тутиши, уй жиҳозларини реакцияси, грунтларнинг қолдиқ деформацияси, сув ҳавзалари ҳолатини ўзгариши ҳамда айрим транспорт иншоотларга етказилган зарарларнинг тавсифи ҳақида маълумотлар ҳам келтирилади.

6 балл кучига эга зилзилалар кучли деб ҳисобланади ва ҳамма уларни сезади. Оғир мебел жиҳозлари сакраб тушади, айрим буюмлар тушиб кетади, идиш-товуқлар синади. Девор сувоқлари ёрилади, эски ва чириган қурилмалар эса бузилиши мумкин. Минораларда унча катта бўлмаган қўнғироқлар чалиб кетади (Росси-Форел бўйича 6...7 балл).

7 балли зилзила жуда кучли ҳисобланади. Бунда эски ва ёмон қурилган уйларга анча шикаст етказилади, яхши қурилганларда эса майда ёриқлар пайдо бўлади. Томлардан айрим топёпгичлар тушиб кетади. Қудуқлар, дарёлар ва кўлларда сув сатҳи ўзгаради, сув лойқаланади. Гоҳида тупроқ силжишлари ва тўкилмалар пайдо бўлиши кузатилади (Росси – Форел шкаласи бўйича 8 балл).

8 балли зилзилалар ҳалокатли ҳисобланади. Ёдгорликлар жойидан силжиб, ағдарилиб тушади, дарахтлар каттиқ чайқалиб, айримлари синади. Тутун мўрилари тушиб кетади, тош деворлар ва фабрика қувурлари қулайди.

9 балли зилзила ҳалокатли ҳисобланади. Бунда, сейсмик таъсирларни ҳисобга олиб қурилган иншоотлар ҳам бузилади. Айрим мустаҳкам бинолар бузилмайди, аммо оғиб қолади, пойдевордан кўчади. Оддий уйлар бузилади, ер юзида анча катта ёриқлар пайдо бўлади (Росси-Форел бўйича 9 балл).

10 балли ер билан яксон қиладиган зилзилаларда йирик бинолар ва уларнинг пойдеворлари бузилиб кетади. Грунт деформацияланади, сув ўтказгич ва канализация қувурлари узилади. Кўприклар, дамбалар сув тўғонлари шикастланади, темир йўл излари қийшайиб кетади, тупроқ силжиши ва ўпирилишлар ҳосил бўлади. (Росси – Форел бўйича 10 балл).

11 балли зилзилаларда ҳалокат рўй беради. Тошдан қурилган деярли ҳамма иншоотлар бузилади. Кўприклар бузилиб, фермалари қийшайиб кетади, сув тўғонлари, йўллар, ер тўқилмалари катта масофаларда бузилиб кетади, рельслар кучли деформацияга чалиниб, кўтарилиб қолади, ландшафт жуда ўзгариб кетади, четлари сўрилиган ва тушиб кетган ёриқлар пайдо бўлади ва ҳ.к.

12 балли зилзилаларда кучли ҳалокат рўй беради. Барча иншоотлар вайронага айланади. Дарёлар ўз ўзанини алмаштириб, шаршаралар ҳосил қиладилар. Жой рельефи катта майдонларда ўзгаради. Ер юзида денгиздаги каби тўлқинлар пайдо бўлади. Айрим нарсалар юқорига кўтариб ташланади.

2. МДХ давлатлари ҳудудининг сейсмиклиги

1978 йилда тугатилган сейсмик ҳудудлаштириш (СХ) ишлари натижасида СР–78 харитаси тузилган ва сейсмик ҳудудларда жойлашган МДХ давлатлари аҳоли пунктлари рўйхати тузилган. СР–78 харитасида 7,8 ва 9 балл сейсмикликка эга ҳудудларда жойлашган аҳоли пунктларида зилзилаларнинг қайтарилиши ҳақидаги маълумотлар келтирилади. Зилзилаларнинг қайтарилувчанлиги ҳудуднинг сейсмиклигини кўрсатувчи сон ёнидаги 1, 2 ва 3 индекслари билан белгиланади. Бу индекслар харитада кўрсатилган баллга кўра аҳоли пунктларида ҳар 100, 1000 ва 10000 йилда бир марта бўладиган зилзилаларнинг ўртача қайтарилувчанлигига тўғри келади. Бундан ташқари, СР–78 харитасида бўлиши мумкин бўлган магнитудалари $M > 7,1$ бўлган зилзилалар ўчоқларининг зоналари кўрсатилади.

Ўзбекистон ҳудуди учун 838 йилдан бошлаб магнитудаси $M > 5,0$ бўлган зилзилалар ҳақида маълумотлар мавжуд. Энг катта сейсмик фаоллик Фарғона водийсини ўраб турган Чотқол, Фарғона, Олтой тизма тоғ этакларида кузатилган. Ҳалокатли зилзилалар 1902 й. (эпицентр Андижон шаҳри яқинида) ва 1927 й. (эпицентри Наманган шаҳри яқинида), жуда кучли зилзила 1976 й. Қизилқум саҳросида газ кончилари шаҳарчаси Газлидан 30 км шимолӣ–шарқда бўлиб ўтган.

Газли зилзиласи 8 апрел куни эрталаб маҳаллий вақт бўйича соат 7 дан 40 дақиқа ўтганда, магнитудаси $M = 7,0$ га тенг бўлган сейсмик силкинишдан бошланган. Грунтнинг биринчи суат силкинишларидан кейин одамлар уйларида чикиб кетишга улгирганлар. 17 май куни содир бўлган бундан ҳам кучлироқ силкиниш ($M = 7,2$) поселкани бутунлай вайронага айлантирди. Газлидаги иккинчи сиқилиш кучи 9 баллга яқин эди.

Янги глобал тектоникага биноан Ернинг қобиғи ва устки мантиясининг бир қисмини ўз ичига оладиган 60...70 км га тенг ташқи қатлами (литосфера), ҳар йили бир-бирига нисбатан бир неча сантиметр тезлик билан ҳаракатланадиган мустаҳкам ва бикр, сони унча кўп бўлмаган плиталардан иборат. Литосфера тагидаги ҳарорат базальтларнинг эриш ҳароратига тенг. Шунинг учун унинг остидаги 300 км чуқурликкача бўлган қатлам (астеносфера) кам ёпишқоқлиги ва пластик деформацияларга мойиллиги билан тавсифланади. Астеносферанинг пластиклиги сабабли зилзилалар ўчоғи фақат литосферада, яъни 70 километргача чуқурликда бўлиши мумкин.

1968 йилда Ле Пишон 6 та йирик литосферадан иборат моделни таклиф этди (Тинч океани, Америка, Антарктика, Евроосие, Ҳинд ва Африка). Плиталар чегараси континентлар чегараларига тўғри келмайди. Деярли барча сейсмик энергия плиталар чегарасида ажралиб чиқади, шу жумладан Тинч океан минтақасида зилзилаларнинг 80% яқин энергияси сарфланади. Қолган энергиянинг кўп қисми Трансосиё минтақасига тўғри келади.

Плиталар чегараси конструктив ва деструктивларга бўлинади. Сейсмик тўлқинлар картограммасини таҳлили конструктив чегара яқинида плиталарни чўзилишини кўрсатди. Деструктив чегаралар яқинидаги қарама–қарши томонларга ҳаракатланаётган плиталар литосферани сиқилишига олиб келади. Мобилчилар билан рақибларининг орасидаги 70 йиллик баҳсларини ҳал этишда Ой ва Ернинг сунъий йўлдошларини лазерли локациялаш,

ҳамда чуқур бурғулашда олинган маълумотлар ёрдамида материкларнинг горизонтал сурилишини ўлчаш натижалари катта аҳамиятга эга бўлади.

Тектоник зилзилалар табиий зилзилалар гуруҳига мансуб. Бундан ташқари, бу гуруҳга тоғ жинсларининг кулаши ва материкларни тушиб кетиши билан боғлиқ бўлган ер ости каналлари бўйича магманинг ҳаракатланиши ва вулқонлар отилиши жараёнида газларнинг портлаши натижасида содир бўладиган зилзилалар киради.

Вулқон отилиши, ўпирилишлар ва метеорит тушиши натижасида содир бўладиган зилзилалар камдан-кам учрайди.

Зилзилаларни сунъий йўл билан ҳам келтириб чиқариш мумкин: сув, нефт ёки газни ер остига насос билан юбориш, ер остидан тоғ қазилмаларини қазиш, ер юзиде статик юкланишларни қайта тақсимлаш (юзини ўйиб фойдали қазилмаларни олиш, сув омборларини тўлдириш ва ҳ.к.), динамик юкланишларни ҳосил қилишда (катта қувватга эга ер ости портлашлар). Гоҳида қўзғатилиб ҳосил қилинган зилзилалар ҳалокатли кучга эга, буни эса иншоотларни лойиҳалаш ва қуришда ҳисобга олиш зарур.

3. Зилзилалар ўчоқлари минтақаси

Сейсмик ҳудудлаштириш харитасида ҳалокатли зилзилалар ўчоқларини ҳосил бўлиш эҳтимоллиги бўлган минтақалар кўрсатилади (ЗЎ минтақалари). Сейсмиклиги 9 баллга тенг бундай минтақалар йўллар қуриладиган Ўрта Осиё, Байкалорти ва бошқа жойларда бўлиши мумкин.

Зилзила вақтида ЗЎ ларда улкан ер қулашлари, ўпирилишлари, кўчкилари пайдо бўлади, ер юзиде тектоник узилишлар, тушиб кетиш ва қўтарилишлар ҳосил бўлади.

Сейсмик жиҳатдан фаол ҳудудларни, ҳамда ўпирилишга, силжишга мойил ва кўчкилар бўлиши хавфи мавжуд ҳудудларни батафсил ва микросейсмик ҳудудлаштириш (БСҲ ва МСҲ) бўйича ишлар йўл трассалари, йирик иншоотларини қурилиш майдончаларини тўғри танлаш учун зарур. Бундай ишларнинг аҳамияти айниқса ЗЎ минтақаларида жуда катта, чунки сейсмогравитацион ва сейсмодектоник таъсирлар ҳар қандай инженер иншоотини ишдан чиқариши мумкин.

1970 йили Перуда бўлиб ўтган фожиали зилзила натижасида 50 мингдан ортиқ одам ҳалок бўлган. Ер сурилиши ва кўчкилари Анд тоғларидаги йўлларни беркитиб қўйган, 50 млн м³ ҳажмга эга кўчки эса Юнгай шаҳридан 15км узоқликда 3 дақиқа ичида йўл-йўлаккай баландлиги 140 метргача бўлган тоғ қиррасини кесиб ўтиб тошлар тагида 18 мингдан ортиқ одамни қўмиб ташлаган.

АҚШ даги Жанубий Тинчоеан темир йўлига тектоник узилишлар ҳалокатли таъсир этган, сейсмодектоник таъсирлар эса ер тўкилмалари, йўлнинг устки қисми, автоблокировкаларга ва тўртта тоннелга жуда катта шикаст етказган. Тоннеллардан бирининг обделкаси горизонтал текисликда бўртиб чиққан рельсининг силжиш имконияти пайдо бўлган деворига улоқтириб ташланган. Йўлни вақтинча тиклаш учун бузилиб кетган тоннеллардан бирини айланиб ўтиш учун махсус иншоот қуриш, ҳамда қолган тоннелларни маълум қисмини очиш керак бўлди.

Ўрта Осиё республикаларида 1885 йилдан 1975 йилгача бўлган давр ичида 14 зилзила натижасида кўзга қўринадиган ёрилишлар ва тектоник бузилишлар кузатилган. БАМ минтақасида ёши бир неча минг йилдан ортиқ бўлмаган 20 та йирик сейсмодектоник дислокациялар аниқланган.

Ернинг сейсмоген ёриқлари (разрыв) тоғ жинсларни қулатувчи (сбрасыватель) жойдан юқорида жойлашадиган осинчоқ қаноти 1 га, ҳамда ундан пастроқда жойлашадиган ётувчи қанот 2 ларга ажратувчи ясси қия юза (қулатувчи) га эга (5, а-расм).

Ёрилишларнинг қуйидаги асосий турлари ажратилади:

1. Қулатувчининг тарқалиш майдони бўйича сурилишга олиб келган ёрилишлар – уларнинг сурилиш вектори ёрилишни тарқалиш майдони йўналишига параллел бўлади. Бундай ёрилишлар сурилиш (сдвиг) дейилади. Чап ва ўнг сурилишлар ажратилади (5, б-

расм).

2. Кулатувчининг тушиб кетиш томонига силжишига олиб келадиган ёрилишлар – уларни сурилиш вектори ёрилишни тушиб кетиш йўналишига параллел бўлади. Бундай ёрилишлар узилма деб номланади. Нормал узилма ва тескари узилмалар (юқорига қараб узилишлар) (5, в-расм) ажратилади. Қиялама ва тескари узилмалар устма-уст сурилиш дейилади.

3. Қия сурилишларга олиб келадиган ёрилишлар – уларнинг сурилиш векторининг йўналиши ёрилишнинг тарқалиш майдони ва тушиб кетиш йўналишига нисбатан бир оз оғган бўлади. Оғган ёрилишлар узилиб–сурилишли ёки кўтариб ташлаб–сурилишли деб аталади (5, г–расм). Ўрта Осиёнинг сейсмик ҳудудлари учун тектоник структураларга нисбатан бўйлама жойлашган, ўйик жойлар ва жарлардан иборат сейсмотектоник дислокациялар ҳосилдир. Бундай тузилмаларнинг узунлиги бир неча километрдан, кенглиги бир неча ўн метр, баландлиги эса бир неча метрдан ортмайди. Тик ёнбағирларда ёрилишлар натижасида ўпирилиш ва узилишлар ҳосил бўлади.

Грунт тебранишлари тезланишлари тектоник ёрилмалар атрофида энг катта қийматга тенг. 1965 йили америкалик сейсмолог Г. Хаузнер назарий мулоҳазалардан келиб чиққан ҳолда 0,5 g кучга эга зилзилалар вақтида грунт тебранишларининг максимал тезланишини баҳолаган. Бундай тезланишлар тахминан ёрилмаларга яқин минтақа доирасида, ўчоқ чуқурлигига мос келадиган масофада ҳосил бўлиши мумкин.

МДХ давлатларида, Ҳиндистон, Италия ва АҚШ да Г. Хаузнер башорат қилган тезликларга нисбатан каттароқ тезликларга эга тебранишлар ёзилган маълумотлар олинган. Хусусан, 1971 йили Калифорния (АҚШ)да 9,81 м/с дан ортиқ тезланишли кучли зилзила ва 1976 йили Газли зилзиласи эпицентрида (1,3g) қайд этилган.

Газли зилзиласи эпицентрида олинган картограммаларнинг қизиқарли томони шундаки, грунт тебранишларининг 1,3g га тенг энг катта амплитудаси унинг вертикал тебранишларига тўғри келар эди. Горизонтал тебранишларнинг жадаллиги эса 1,5...2 баробар кичик бўлган. Одатда вертикал ва горизонтал тезланишлар орасида тескари нисбат кузатилади. Бу мисол шуни кўрсатадики, кулатувчининг тушиб кетиш ҳолатига яқин бўлган сурилишлар билан бўғлиқ узилишларда кўчиш ҳамда анкерланмаган конструкцияларни ағдарилиш хавфи пайдо бўлади.

Сейсмотектоник ва сейсмогравитацион таъсирлар билан курашиш чоралари катта аҳамиятга эга иншоотларни қуриш жойини тўғри танлашдан иборат. Амалда тектоник узилишларга бевосита яқин ёки уларни кесиб ўтиш жойларда кўплаб йирик кўприклар қурилиш мисоллари мавжуд. Бундай иншоотларни узилиш бўйлаб тектоник сурилиш ҳолатларида тўлиқ бузилиб кетиши хавфи бор.

Тектоник зилзилалар жойи ва вақтини илмий башорати сейсмик фаолликни ўзгариши қонуниятларига, тоғ жинсларида эгилувчан тўлқинларни тезлигига, грунтларни электрик ўтказувчанлигига, ер ости сувлари кимевий таркибига, атмосферадаги электрик ва магнит майдонлари кучланишига асосланади. Зилзила даракчиларини дала кузатишлари жуда йирик сейсмик ҳодисаларни маълум эҳтимоллик даражаси билан зилзиладан бир неча йил, кун, соат олдин башорат қилиш имконини беради. Даракчиларни кузатиш учун геофизиклар сейсмограф, қиялик ўлчагич, грунтни электр ўтказувчанлигини ўлчаш асбоби ва бошқалардан ташкил топган башорат тизимининг намунавий кузатиш постини яратишган.

4. Зилзиланинг жадаллиги ва магнитудаси

Г. Рейднинг ишидан сўнг кўп вақт ўтмасдан материкларнинг горизонтал силжиши ҳақидаги тасаввур қайта пайдо бўлди. Мобилизм (континентал дрейф) нинг асосий қонунлари олмон геофизиги А. Вегенер томонидан 1912 йил чоп этилган эди.

Вегенерга кўра 300 млн. йил аввал Ерда фақат битта материк – Пангея бўлган ва у кейинчалик қисмларга ажрала бошлаган. Бу қисмларни горизонтал кўчишлари континентларнинг ҳозирги вақтдаги жойланиш ҳолатига олиб келган. Вегенер ва унинг

издошлари континентал дрейф фаразини тасдиқловчи кўплаб далилларни аниқлашган. ЭХМ ёрдамида олиб борилган тадқиқотлар материклар четларини жуда ҳам бир-бирига мослигини кўрсатган.

1929 йили инглиз геологи А. Холмс материкларни кўчиш механизмини изоҳлаб берувчи фаразни келтирган. Унинг тахминича, Пангеянинг бўлиниши ва материкларни кўчиши магманинг қобиқ остидаги оқимларига боғлиқ, улар континентал қобиқни чўзилишига, узилишига ва сурилишига олиб келади. Узилиш жойида магма кўп сонли ёриқлардан оқиб чиқади ва қобиқнинг қуйи базалт қатламини тиклайди. Қарама-қарши оқимлар учрашиб, пастга қараб оққан жойларда қобиқ мантия ичига кириб кетади. Шундй қилиб, Холмс фаразига кўра базалт қатлам ўз устида материкларни олиб юрувчи ўзига хос конвейерга ўхшайди.

XX асрнинг 50-йилларида океанларни ўрганиш жараёнида Холмс фаразини тасдиқловчи муҳим кузатишлар амалга оширилган. Океанлар тубида асосан вулқонлар ҳаракатидан пайдо бўлган жинслардан ташкил топган тизма тоғ ва баландликлар топилган.

60-йиллар бошида Холмс фаразини океан тубини икки томонга сурилиш (спрединг) гипотезасига айланди, қайсинга кўра океан туби сув ости тизма тоғлари ва тепаликларидан пайдо бўлади. Икки томонга сурилиш фаразини ва геотектоникани ривожланишини текширишда 1968 йилда бошланган чуқур сув остида бурғулаш ишларининг аҳамияти катта бўлди. Чуқур сув ости бурғулаш натижаларига кўра океан тубининг икки томонга сурилиши кейинги 70 млн йил ичида 2 см/йил га тўғри келади.

Муҳандислар учун нафақат зилзиланинг шиддатлилигини, сейсмик тебранишларнинг тарқалиш майдонини билиш ҳам катта аҳамиятга эга. Бу сейсмологларни зилзилаларни майдон бўйича таснифлашга чорлади.

Зилзилалар кучини асбоблар ёрдамида баҳолаш учун америкалик сейсмолог Ч. Рихтер магнитудалар шкаласини таклиф этди.

Рихтер шкаласига биноан силкиниш магнитудаси сифатида зилзила эпицентрдан 100 км узоқликда сейсмограф томонидан ёзилган грунтни горизонтал тебранишларининг максимал амплитудасини мингдан бир бўлагидан ифодаланган логарифм қабул қилинган.

Зилзила магнитудаси қуйидаги формула бўйича ҳисобланади:

$$M = \lg A/A_0, \quad (3)$$

бунда A – зилзила вақтида эпицентрдан маълум масофада аниқланган грунтнинг тўлқин бўйича силжиши;

A_0 – жуда кучсиз зилзилага тўғри келадиган худди шундай масофадаги худди шундай тўлқин учун эталон силжиш. Унинг магнитудаси нолга тенг деб қабул қилинган.

Зилзиланинг энергетик классини қуйидаги ифодадан аниқланади:

$$K = \lg E, \quad (4)$$

бунда E – зилзила ўчоғида ажралиб чиққан джоулда ифодаланадиган жами энергия.

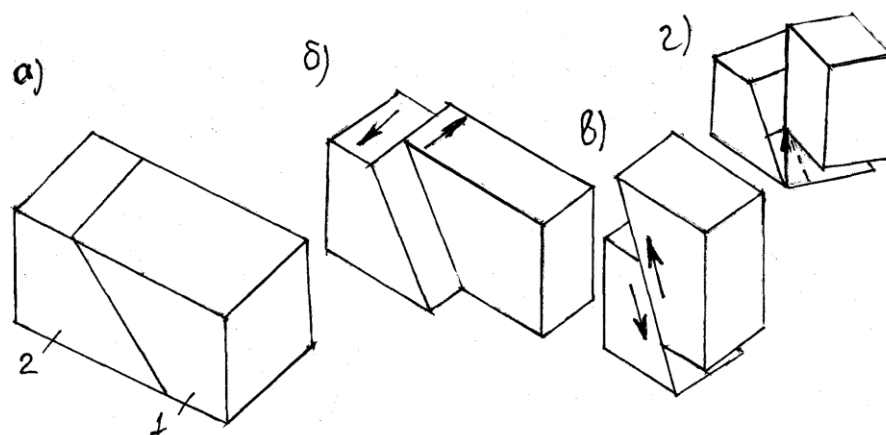
Ўта кучли зилзилалар магнитудаси $M=8,9$ га тенг бўлади. Бундай магнитудали зилзилалар Ерда бир асрда 2...3 марта бўлиб ўтади.

Магнитуда ва унинг шиддатлилиги орасида эмпирик боғланишлар аниқланган. Н.В. Шебалин бўйича МДХ худудида макросейсмик майдон тенгламаси қуйидаги кўринишга эга:

$$I = bM - v \lg VA^2 + h^2 + C, \quad (5)$$

бунда I – зилзиланинг эпицентрдан A масофада жойлашган ихтиёрий пунктдаги шиддати, баллда; M – зилзила магнитудаси; h – ўчоқ чуқурлиги, км; b, v, C – регионал коэффицентлар, ўртача ҳисобда $b=1,5$; $v=3,5$; $C=3,0$.

(3) - тенглама бўйича турлича магнитуда M ва ўчоқ чуқурлиги h учун баллиги I ни эпицентргача бўлган масофа A га боғлиқлик графигини куриш мумкин.



5-расм. Тектоник узилишлар турлари

Назорат саволлари

1. МДХ давлатлари ҳудудининг сейсмиқлигини тушунтиринг?
2. Зилзилалар ўчоқларининг соҳалари ҳақида маълумот беринг?
3. Зилзиланинг жадаллиги ва магнитудаси ҳақида тушунтиринг?

Асосий дарсликлар ва ўқув қўлланмалар

4. Мосты и тоннели на железных дорогах: Учебник для вузов/под ред. В.О.Осипова.М.: Транспорт, 1988.
- 2.Рашидов Т.Р., Ишанходжаев А.А. Сейсмостойкость тоннельных конструкций метрополитенов мелкого заложения. Ташкент. Фан. 1993, - 136 с.
- 3.Уздин А.М., Сандович Т.А., Аль-Насер-Мохомад Самих Амин. Основы теории сейсмостойкости и сейсмостойкого строительства зданий и сооружений. – С.Петербург: Изд-во ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева, 1993. – с. 176.

МАЪРУЗА 3.

МДХ ДАВЛАТЛАРИ ҲУДУДИНИНГ СЕЙСМИҚЛИГИ

Маъруза режаси

1. Зилзилалар ўчоқларининг соҳалари.
2. Кўприк ва тоннелларнинг ҳисобий сейсмиқлиги.
3. Грунтлар сейсмик тебранишларини сонли услубда баҳолаш.

Таянч иборалар:

Кўприк, зилзила, зилзила сабаблари, сейсмик ишқалалар, зилзилалар ўчоқларининг соҳалари, грунтлар сейсмик тебранишларини сонли услубда баҳолаш.

1. Қурилиш майдончаларини сейсмиқлиги, ҳамда кўприк ва тоннелларнинг ҳисобий сейсмиқлиги

Лойиҳалашнинг бошланғич шартлари

Иншоот лойиҳалашнинг маҳаллий сейсмик шароитлари қурилиш майдончасини сейсмиқлиги билан белгиланади. Бунда қурилиш майдончаси чегарасидаги мавжуд геологик, гидрогеологик ва рельеф шароитларини ҳисобга олган ҳолда аниқлаштирилган қурилиш майдончасида кутиладиган зилзиланинг максимал кучи назарда тутилади. Ҳозирги кунга қадар зилзила кучи асосан бинолар бузилиш даражаси бўйича аниқланади. Сейсмик ҳудудлаштириш харитасида кўрсатилган баллар қиймати узилишдан узок жойлашган аҳоли пунктлари учун тектоник, геоморфологик, гидрогеологик ва грунт шароитлари участкаларига тегишли. Дастлаб сейсмик ҳудудлаштириш хариталаридан ёки

аҳоли пунктлари рўйхати бўйича қурилиш ҳудуди сейсмиклиги аниқланади. Сўнг сейсмик микроҳудудлаштириш хариталар ёки умумий муҳандис–геологик кидирув ишлари материаллари асосида қурилиш майдончасининг аниқлаштирилган сейсмиклиги белгиланади.

Умумий муҳандис–геологик кидирув ишлари материаллари асосида белгиланган қурилиш майдончасининг сейсмиклиги тасдиқловчи муассаса билан мувофиқлаштирилган бўлиши керак. Мураккаб муҳандис–геологик шароитларда қуриладиган ўта аҳамиятли иншоотлар (синфлаштирилмайдиган, йирик кўприк ва тоннеллар) учун асбобларни қўллаш усули билан ҳудудни махсус микросейсмик ҳудудлаштиришни амалга ошириш ҳақида масала қўйилиши мумкин.

Кўпчилик ҳолларда микросейсмик ҳудудлаштириш анчагина маблағ ва вақт талаб қилишига қарамадан алоҳида микро зоналар балл кўрсаткичларини камайтирилиши, жойда иншоотларни янада оқилона жойлаштириш, объектларни қуриш нархини камайтириш ҳисобига катта иқтисодий самара беради.

Умумий муҳандис–геологик кидирув ишлари материаллари бўйича қурилиш майдончаси сейсмиклигини янада аниқлаштириш учун ҚМҚ 2.01.07–96 [2] да грунтлар турига кўра зилзила кучини ўзгариши 1-жадвалда келтирилган. Аммо жадвалда аниқ бир кўринишда ҳисобга олинмайдиган бир қатор омиллар мавжуд. Буларга рельефга оид, тектоник, стратиграфик ва бошқа жадвал изоҳида кўрсатилган шароитлар киради. Бундан ташқари, жадвалнинг ўзи маълум даражада шартли равишда тузилган, шунинг учун ундан эҳтиётлик билан фойдаланиш зарур. Қурилиш майдончаси сейсмиклигини келтирилган шартларни барчасини ҳисобга олган ҳолда аниқлаштириш, мураккаб ҳолларда эса масалани узил-кесил ҳал қилиш учун махсус ташкилотларни жалб қилиш тавсия этилади. Айрим ҳолларда қурилиш майдончалари бўйламасига кескин даражада фарқланадиган муҳандис–геологик шароитларга эга бўлиши мумкин (катта кўприклар, йирик тоннеллар). Бундай ҳолларда қурилиш майдончасини алоҳида микро зоналар (кўприкнинг ўзан қисми, яқинлашиш эстакадалари) га ажратиш мақсадга мувофиқ бўлади. Шунда катта узунликка эга бўлган участкалар ҳақида сўз юритилаётганини ҳам таъкидлаб ўтиш керак. Албатта, кўприкнинг қўшни таянчлари учун турли сейсмиклик даражасини қабул қилиб бўлмайди, агар улар тузилиши кескин фарқланадиган грунтларда жойлашган бўлса ҳам.

Одатда сунъий иншоот қурилиш майдончасининг бутун юзаси бўйича сейсмиклигининг қиймати бир хил олинади. Иншоотнинг ҳисобий сейсмиклиги иншоот лойиҳаланадиган зилзиланинг балларда олинган ҳисобий (максимал) кучини белгилайди.

Оддий турдаги иншоотлар учун ҳисобий сейсмиклик қурилиш майдончасининг сейсмиклиги билан бир хил қабул қилинади, ўта муҳим иншоотлар учун унинг қиймати каттароқ, аҳамияти кичикроқлар учун эса қурилиш майдончаси сейсмиклигидан камроқ олинади.

Ҳисобий сейсмиклик антисейсмик чоралар хусусиятлари ва ҳажмини, уларнинг қийматини, ҳамда иншоот хавсизлигини кафолатлаш даражасини белгиловчи асосий дастлабки миқдор деб ҳисобланади. Шунинг учун ҳисобий сейсмикликни белгилашга ўта жиддий ёндошиш зарур.

Ҳозирги вақтга қадар иншоотларни 9 баллдан ортиқ сейсмикликка мослаштириб лойиҳалаш усуллари етарли даражада ишлаб чиқилмаган. 9 балл сейсмикликка эга майдончаларда иншоотлар зилзилага қарши (антисейсмик) қўшимча чоралар белгиланган алоҳида лойиҳалар бўйича қурилиши керак. Жумладан, 8 ва 9 балл сейсмикликка эга майдонларда жойлашадиган, халқ хўжалиги ёки мудофаа учун катта аҳамиятга эга ўта муҳим (синфлаштирилмайдиган) кўприк ва тоннелларни ҳам худди шундай лойиҳалаш зарур. Антисейсмик чораларни асослаб бериш мақсадида махсус назарий ва амалий тадқиқотлар (андозаларда) ўтказилиши тавсия этилади. Иншоотнинг алоҳида йирик участкалари учун (кўприкнинг ўзан қисми, кириш эстакадалар учун) турли ҳисобий зилзилабардошлик қийматлари олинishi мумкин.

500 метргача узунликка эга кўприкларни лойиҳалашда қурилиш майдончалари сейсмиклиги одатда умумий муҳандис–геологик қидирувлари материаллари асосида белгиланади. Бунда қурилиш майдончаси грунтнинг сейсмик тебранишлари жадаллигига грунтнинг сейсмик бикирлиги, ер ости сувлари жойланиши, жой рельефи ва хусусиятлари таъсирини эътиборга олувчи тахминий бўлса ҳам, аммо соддароқ усуллардан фойдаланилади.

Тавсиялар [2] га мувофиқ грунтнинг сейсмик бикирлигининг таъсири қуйидаги эмпирик формулага кўра ҳисобга олинади:

$$\left\{ \begin{array}{l} \Delta I = 1.67 \lg \rho_{\text{э}} V_{\text{э}} \\ \rho_{\text{и}} V_{\text{и}} \end{array} \right\}, \quad (6)$$

бунда ΔI – эталон майдончага нисбатан текшириладиган майдончадаги жадал тебранишларни ортиши;

$V_{\text{э}}$, $\rho_{\text{э}}$ и $V_{\text{и}}$, $\rho_{\text{и}}$ – эталон ва текшириладиган майдончалардаги кўндаланг эгилувчан тўлқинлар тезлиги ва грунтлар зичлиги.

1-жадвалда келтирилган баллар ортиши қиймати – орттирмалари эталон грунт деб қабул қилинган гранитга нисбатан (2)-формула бўйича ҳисобланган (зичлиги $\rho_{\text{э}} = 2,6 \text{ т/м}^3$, кўндаланг тўлқинлар тезлиги $V_{\text{э}} = 2700 \text{ м/с}$). Қояли ва йирик бўлакли грунтлар сейсмик бикирлигига кўра тегишлича I ва II категорияга мансуб.

1–жадвал

Грунтнинг сейсмик бикирлиги таъсири

Грунтлар	Зичлиги $\rho_{\text{и}}$ т/м ³	Кўндаланг тўлқинлар тезлиги $V_{\text{и}}$, м/с	Баллик орттирмалари ΔI
1. Қоя тошли	2,4...2,6	1200...2700	0...60
2. Йирик чақикли	2,0...2,4	400...800	0,9...1,6
3. Қумли	1,8...2,1	200...600	1,2...2,2
4. Лойсимон	1,7...2,2	130...700	1,1...2,5

Қум, супес, суглинок ва лойларнинг айрим турлари, хусусан, юмшоқ қумлар ва лойсимон (глинистый) грунтлар оқувчанлик кўрсаткичи $I_L > 0.5$ да III категорияга тегишли (баллик орттирмаси 2 дан ортиқ). Аммо, сув билан тўйинган грунтларларнинг кўпчилик турлари учун сейсмиклик орттирмалари 2 баллдан ошмайди.

Ш.Г. Напетваридзе тадқиқотларига кўра ер ости сувлари зилзила кучига (грунт юзаси тебранишлари тезланишига) деярли таъсир этмайди, фақат тезланиши баллнинг кичик миқдорига ортиши мумкин бўлган қумли ва лойли, қалинлиги кичик қатламли грунтлар бундан мустасно. Япония ва АҚШ да ҳам қурилиш майдончалари сейсмиклигини баҳолашда грунтни сув билан тўйинганлиги эътиборга олинмайди.

Жой рельефини грунтларнинг тебранишига бўлган таъсири катта. Шундай қилиб, ёзувлар ишлаб чиқилганда аниқландики, тепаликлар ён бағирларининг юқори қисмида тебранишлар амплитудаси этагидагига нисбатан 2 баробар катта бўлар экан.

30% гача қум-лойли тўлдирувчилардан ташкил топган магматик жисмлардан ҳосил бўлган, кам намланган йирик бўлакли грунтлар, ҳамда шағалсимон (гравелистый) зич ва ўртача зичликка эга сув билан тўйинган грунтлар ни сейсмик хусусиятларига кўра II

категорияга; оқувчанлиги $0,25 < I_L \leq 0,5$ ва лой ҳамда қумоқ тупроқлар учун ғоваклик коэффициентлари $e < 0,9$, супеслар учун эса $e < 0,7$ бўлган гилли грунтларни сейсмик хусусиятларига кўра III категорияга киритилади.

Чуқурлиги кичик бўлган пойдеворга эга тиркама деворлар ва кўприк таянчлари қуриладиган майдончалар сейсмиклиги пойдеворни жойланиш сатҳидаги грунтларнинг сейсмик хусусиятларидан келиб чиққан ҳолда аниқланади. Чуқур жойлашган пойдеворларли кўприк таянчлари қуриладиган майдончалари сейсмиклиги одатда грунтнинг табиий сатҳидан бошлаб, грунтнинг устки қатлами кесиб ташланадиган ҳолларда эса кесилгандан кейинги сатҳдан бошлаб юқори 10 метр қатламдаги грунтни сейсмиклик хусусиятларига кўра аниқланади. Пойдевор кесиб ўтадиган грунт массаларининг инерция кучлари иншоотни ҳисоблашда эътиборга олинган ҳолларда қурилиш майдончасининг сейсмиклиги пойдеворни жойланиш сатҳидаги грунтларнинг сейсмик хусусиятларидан келиб чиққан ҳолда аниқланади.

Тўкилмалар тагида қувурлар ётқизиладиган майдончаларнинг сейсмиклигини тўкилма асосидаги грунтнинг 10 метрли юқори қатламини сейсмик хусусиятларига кўра аниқлаш керак. Йирик кўприкларни қоида бўйича сейсмик жиҳатдан қулай майдончаларда, тектоник ёриқлар зонасидан ташқарида, ёнбағирлари мустаҳкам бўлган дарё қайирлари участкаларида жойлаштириш керак. Қурилиш учун грунт юзасидан асосий (коренной) жисмларнинг устки қатлами сатҳи 30 метр чуқурликгача жойлашган майдончаларни танлаш тавсия этилади.

Йирик кўприкни тектоник ёриқ кесиб ўтадиган майдонда қуриш зарурати тўғилган вақтда кўприк лойиҳасида ҳисобий сейсмик миқдоридан қатъий назар махсус антисейсмик қурилмаларни кўзда тутиш зарур.

Мураккаб рельеф ва геологияга эга майдонларга ёнбағирлари нишаблиги 15° дан ортиқ бўлган, узилиш юзалари яқин жойлашган, жисмлар тузилмасида катта ўзгаришлар бўлиб берган, физик-геологик жараёнлар содир бўладиган, ўпирилишлар, карстлар, тоғ қонлари ва бошқа геологик-геоморфологик хусусиятлари ноқулай бўлган майдонлар киради.

Сейсмиклиги 9 баллдан ортиқ бўлган майдонларда иншоотларни қуриш ман этилади. Бундай майдонларда фақат Ўзбекистон Республикаси Давқурилиши билан келишилган ҳолда қурилишга руҳсат берилиши мумкин.

2. Грунтнинг сейсмик тебранишларини сон миқдори бўйича баҳолаш

Зилзиланинг энг тўлиқ тавсифи сифатида грунтнинг сейсмик тебранишлари қонуни ҳизмат қилиши мумкин. Бу қонун грунтнинг силжишларини (ёки тезланишини, тезликларини) вақт бўйича ўзгаришини кўрсатади. Аммо грунтнинг сейсмик тебранишлари мураккаб ва хилма-хил хусусиятларга эга бўлиши бу қонунни детерминантлаштирилган шаклини аналитик усулда ифодалашни қийинлаштиради.

Зилзила вақтида грунт тебранишлари давомийлиги 10...40 секунд оралиғида ва ундан ортиқ ўзгариши мумкин. Кўпинча тебранишлар даври 0,2...0,7сек оралиғида давом этади. Пастки чегара нисбатан қисқа эпицентрал масофага ва қояли, зич грунтларга тўғри келади. Эпицентрал масофа ортган сари ва юмшоқ грунтларда спектрал максимум узун даврийлик томонига қараб ўзгаради. Кучли зилзилаларга сушт тебранишларга нисбатан узун даврли тебранишлар мос келади деб ҳисоблаш мумкин.

XX аср бошидан зилзилани миқдор жиҳатдан баҳолашда сейсмиклик коэффициент қўлланади. Бу коэффициент грунтни горизонтал тебранишларининг максимал тезланишини оғирлик кучи тезланишига нисбати сифатида қуйидаги формула бўйича аниқланади:

$$K_s = \max W_0 / g. \quad (7)$$

Сейсмиклик коэффициентнинг соний миқдори 7, 8, 9 балли зилзилалар учун мос равишда $K_s=0,025; 0,05; 0,10$ га тенг деб қабул қилинади. Аммо ўлчашлар натижасида олинган грунтнинг ҳақиқий максимал тезланишлари юқорида келтирилган K_s нинг қийматларига нисбатан бир неча баробар ортиқ. Шунинг учун бизнинг меъёрлар бўйича

сейсмиклик коэффициент мазмуни юқорида берилган таърифга тўғри келмайди. Уни куйидаги ифодадан топиладиган, зилзила кучи (баллиги) ни ортиши билан тебранишлар жадаллигини аниқловчи шартли миқёсий кўпайтувчи сифатида қабул қилиш мумкин.

$$K_S = K_1 A, \quad (8)$$

бунда K_1 – кўприкни йўл кўярли даражадаги шикастланишларини ҳисобга олувчи коэффициент; $K_1 = 0,25$;

A – 7, 8, 9 балли ҳисобий сейсмикликда тегишлича 0,1; 0,2; 0,4 га тенг коэффициент.

Россия Фанлар Академиясининг Ер физикаси институти шкаласи бўйича зилзиланинг соний тавсифи сифатида ўз тебраниш даври 0,25 сек ва логарифмик декременти 0,5 га тенг бўлган сейсмометр СБМ маятниқини нисбий силжиш миқдори қабул қилинган.

Назорат саволлари

1. МДХ давлатлари ҳудудининг сейсмиклигини тушунтиринг?
2. Кўприк ва тоннелларнинг ҳисобий сейсмиклигини тушунтиринг?
3. Грунтлар сейсмик тебранишларини сонли услубда баҳолашни тушунтириб беринг?

Асосий дарсликлар ва ўқув қўлланмалар

5. Мосты и тоннели на железных дорогах: Учебник для вузов/под ред. В.О.Осипова.М.: Транспорт, 1988.
6. Shermuxamedov U.Z. Transport inshootlarining zilzilabardoshligi. 5A340603–«Ko‘priklar va transport tonnelli ekspluatatsiyasi» mutaxassisligi 1 va 2-bosqich magistratura talabalari va professor-o‘qituvchilar uchun o‘quv qo‘llanma.–ToshTYMI, 2014.–77 b.

МАЪРУЗА 4.

СУНЬИЙ ИНШОТЛАР ЗИЛЗИЛАБАРДОШЛИГИНИНГ МУАММОЛАРИ

Маъруза режаси

1. Кучли зилзилалар пайтида кўприкларнинг шикастланишлари.
2. Таянч қисмларининг шикастланиши, келиб чиқиш сабабларини ўрганиш ва уларни олдини олиш чораларини белгилаш.

Таянч иборалар:

Кўприк, зилзила, кучли зилзилалар пайтида кўприкларнинг шикастланишлари, таянч қисмлари.

1. Кучли зилзилаларда кўприкларни шикастланиши

Талофотли зилзилалар оқибатини ўрганиш зилзилабардошлик назариясига тегишли бўлган сейсмик таъсирга оид маълумотларни асосий манбаларидан бири бўлиб хизмат қилади.

А.А. Гельфер, Г.Н. Карцивадзе, Г.С. Шестоперова [3-6] ва бир қатор бошқа муаллифлар ишларида кучли зилзилалар натижасида кўприклардаги шикастланишлар таҳлили кўриб чиқилган.

Кейинги ўн йилликлар давомида Мехико (1957), Агадир (Марокко, 1960), Скопле (Югославия, 1963); Ниигата (Япония, 1964); Тошкент (Ўзбекистан, 1966), Каракас (Венесуэла, 1967), Сан-Франциско (АҚШ, 1971); Спитак (Арманистон, 1987), Кобе (Япония, 1996) шаҳарлари, Калифорния штати (АҚШ, 1994), Тайван ороли (1999), Хитой (2008), Гаити (2010) да содир бўлган зилзилаларни келтириб ўтиш мумкин. Япония, АҚШ ва Россия муҳандислари томонидан зилзилалар оқибатлари ўрганилиб, анча катта кучга

эга бўлган ер ости силкинишларга бардош берадиган мустаҳкам бино ва иншоотларни қуриш усуллари таклиф этилди.

Транспорт иншоотларининг сейсмик шикастланишлари ҳақидаги кўплаб маълумотларни таҳлиliga кўра кўприк иншоотлари орасида энг кўп учрайдиган тўсинли кўприклардаги шикастланишларни уч гуруҳга ажратиш мумкин:

1) нисбатан кам шикастланган оралиқ қурилмаларни сурилиши ёки таянчларидан қулаши;

2) кўприкни тўлиқ ёки қисман қулашига олиб келадиган таянч ва таянч қурилмаларни бузилиши ёки кучли шикастланиши;

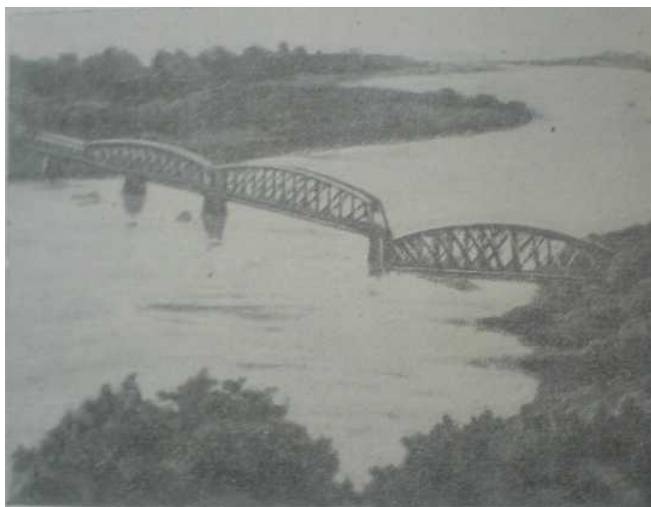
3) энг кўп учрайдиган шикастланишлардан бўлган кўприклар таянчларини силжиши ва чўкиши.

Тўсинли оралиқ қурилмали конструкциялар шикастланишининг яна бир сабаби таянчларнинг бир-бирига нисбатан силжиши натижасида уларда ҳосил бўладиган қўшимча кучланишлар ҳамда асосларнинг қолдиқ деформацияларининг таъсири. Кўпинча учрайдиган кўприк устунларини оралиқ қурилмалар томонига силжиши бу қурилмаларнинг элементларида сиқувчи кучларни ҳосил қилади. Бундай кўринишдаги шикастланишларга кўплаб мисоллар мавжуд. Бунга 1929 йил Янги Зеландия ва 1958 йил Чилидаги зилзилалар натижасида металл оралиқ қурилмалари бош фермаларининг горизонтал боғланишлари ва белбоғлари диагоналлари шикастланишлари, ҳамда 1954 йил Чилида ва 1948 йил Ашхобод шаҳрида содир бўлган зилзилалар натижасида [4] темирбетон оралиқ қурилмаларининг бош тўсинларини таянч участкаларини шикастланишлари мисол бўла олади.

[3–9 ва 6.] ишларда келтирилган кўприклар шикастланишларининг таҳлили шуни кўрсатдики, 7 балли зилзилалар натижасида шикастланишлар айрим ҳолларда содир бўлиши мумкин. Саккиз балли зилзилаларда шикастланишлар кам учрайди, аммо иншоотларнинг ҳамма қисмларига таъсир этади, 9-10 баллиларда эса шикастланишлар сони кўпаяди ва оғир оқибатларга олиб келади.

Оралиқ қурилмаларни таянчлардан тушиб кетиш ҳоллари кучли зилзилаларда кўплаб учрайди. Бунақа шикастланишлар деярли барча кучли зилзилалар жараёнида кузатилади. 6–расмда 1964 йил Аляскадаги 10 балли зилзила натижасида шикастланган автомобил ҳаракати тагидан ўтадиган катта кўприкнинг умумий кўриниши келтирилган. 120 метр узунликдаги пўлатдан ясалган қирғоқ оралиқ қурилмаси бир учи тушиб кетиб, оралиқ таянч танасининг тош термаси ва бош қисмини шикастлаган [10].

Таянчлар кенглиги катта бўлгани сабабли оралиқ қурилмаларни ён томонга қулаши кам учрайди.



6–расм. Аляскада кўприк оралиқ қурилмасини қулаши

Охириги пйтда содир бўлган ҳалокатли зилзилалардан бири Кобада (Япония, 1996 й., 9 балл) бўлиб ўтди. Зилзила натижасида транспорт иншоотларида жуда катта

шикастланишлар, масалан, кўприклар оралиқ қурилмаларни қулаши содир бўлган (7 ва 8–расмлар).

Кўп ҳолларда энг кўп учрайдиган шикастланишлар – бу оралиқ қурилмаларни қисман ёки тўлиқ қулашига олиб келадиган *тошли ва бетон таянчларни бузилиши ёки ўта шикастланишидир*. Зилзила вақтида оралиқ қурилмаларни кўпроқ учрайдиган шикастланишларига уларни бутлигига путур етиши, силжишлар (чокларни очилиб кетиши) ва ёриқларни пайдо бўлиши киради.



7–расм. Кобадаги (Япония, 1996й.) зилзила вақтида автомобил йўллари кўпригининг оралиқ қурилмаларини қулаши



8–расм. Кобадаги (Япония, 1996й.) транспорт иншоотлари туташмаси оралиқ қурилмаларини қулаши

Назорат саволлари

1. Кўприк ва тоннелларнинг ҳисобий сейсмиклигини тушунтиринг?
2. Кучли зилзилалар пайтида кўприкларнинг шикастланишлар турларини тушунтиринг?
3. Таянч қисмларининг шикастланиши, келиб чиқиш сабабларини ўрганиш ва уларни олдини олиш чораларини белгилашни айтиб беринг?

Асосий дарсликлар ва ўқув қўлланмалар

1. Мосты и тоннели на железных дорогах: Учебник для вузов/под ред. В.О.Осипова.М.: Транспорт, 1988.

2. Shermuxamedov U.Z. Transport inshootlarining zilzilabardoshligi. 5A340603– «Ko‘priklar va transport tonnolari ekspluatatsiyasi» mutaxassisligi 1 va 2-bosqich magistratura talabalari va professor-o‘qituvchilar uchun o‘quv qo‘llanma.–ToshTYMI, 2014.–77 b.
3. М.М. Мирсаидов, Т.З. Султанов. Иншоотлар зилзилабардошлиги. Тошкент: Фан, 2012. – 240 б.
4. Шестопёров Г.С. Сейсмостойкость мостов. - М.: Транспорт, 1984. -143с.
5. Рашидов Т.Р., Ишанходжаев А.А. Сейсмостойкость тоннельных конструкций метрополитенов мелкого заложения. Ташкент. Фан. 1993, - 136 с.
6. Уздин А.М., Сандович Т.А., Аль-Насер-Мохомад Самих Амин. Основы теории сейсмостойкости и сейсмостойкого строительства зданий и сооружений. – С.Петербург: Изд-во ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева, 1993. – с. 176.
7. ҚМҚ 2.05.03-97. Кўприklar ва қувурлар. – Тошкент: ЎзР Давархитектқурилишқўм, 2002. – 452б.
8. ҚМҚ 2.01.03.-96. Сейсмик ҳудудларда қурилиш / ЎзР Давархитектқурилишқўм. – Тошкент, 1996. – 65 б.

МАЪРУЗА 5.

ЗИЛЗИЛАЛАР ПАЙТИДА КЎТАРМАЛАР ОСТИ ҚУВУРЛАРИ ВА ТИРКАМА ДЕВОРЛАРЛАРДА ПАЙДО БЎЛУВЧИ ЎЗИГА ХОС ШИКАСТЛАНИШЛАР

Маъруза режаси

1. Зилзилалар пайтида тоннелларда пайдо бўлувчи ўзига хос шикастланишлар.
2. Сунъий иншоотларнинг сейсмик шикастланишларининг сабабларини аниқлаш.

Таянч иборалар:

Кўприк, зилзила, тоннел, сейсмик шикастланиш, кучли зилзилалар пайтида кўприklarнинг шикастланишлари, таянч қисмлари.

1. Зилзилалар натижасида тўқилмалар остидаги қувурлар, тоннеллар ва тиркама деворларини ўзига хос шикастланишлари

Зилзила натижасида тўқилма остидаги бетон ва тош қувурларда узилишнинг кўндаланг ёриқлари, девор ва шиплари туташган жойларида ёриқлари пайдо бўлади, каллаклари (оголовок) бузилади.

Тиркама деворлар энг заиф сунъий иншоотлардан ҳисобланади. Уларининг айрим кўринишдаги шикастланишлари 7 балли зилзилаларда пайдо бўлади. Тиркама деворларини ўзига хос шикастланишларига чок бўйича силжиш, юқори қисми ағдарилган ҳолда чокни очилиб кетиши, умуман деворларни силжиши ва ағдарилиши киради. Бундан кучлироқ зилзилаларда тиркама деворларининг кўп қисми шикастланади ва бузилади. Тиркама деворларини бузилишига олиб келмаган биронта ҳам кучли зилзила йўқ.

Темир йўл тоннелларини кўп миқдордаги шикастланишлари бир қатор кучли зилзилаларда кузатилган (Сан-Франциско, 1906 й.; Япония, 1923й.; Жанубий Калифорния, 1952й. ва б.)

Кўп ҳолларда шикастланишлар инерция кучларини, тоғ босимларни кўтарилишини, нотурғун грунт массалари силжишини ва бошқа иккиламчи ҳодисаларни келтириб чиқарувчи ернинг юқори қатламларини сейсмик тебранишлари натижасида ҳосил бўлади. Бундай шикастланишлар чуқур жойлашмаган тоннелларга кўпроқ хосдир; улар асосан ер юзасига яқин жойлашган участкаларда, кўпроқ юмшоқ грунтларда пайдо бўлади. Шикастланишларни кам учрайдиган сабабларидан бири – бу тоннелни кесиб ўтадиган

грунтни тектоник бузилиш-узилишларидир (нарушения-сбросы). Бундай ҳолларда шикастланишлар ҳам катта чуқурликда, ҳам юзарокда жойлашган зич грунтларда ҳам кузатилиши мумкин.

Тоннелларда энг заиф жойлари – бу порталлар, портал олди участкалар ва кириш олди хандақлар (траншеялар). Деярли барча тоннелларда порталларнинг турли хил шикастланишлари кузатилган.

1923 йили Япониядаги зилзила натижасида порталларнинг пайдо бўлган шунга ўхшаш деформациялари 9-расмда (темир йўл тоннели) ва 10-расмда (автомобил тоннели) кўрсатилган.

Рамали конструкцияли темир бетон порталидаги бузилишлар (Япония, 1923 й.) 11-расмда кўрсатилган. Бузилишлар содир бўлган вақтда портал хали куриб битирилмаган эди. Портал усти қияликларини ўпирилиши порталлар деформациясини янада оширади. Тоннелларнинг кириш олди хандақлари қияликларни ҳамда уларни ушлаб турган тиркама деворларни ўпирилиши натижасида шикастланади. Катта ҳажмдаги грунт массалари тоннелга кириш жойини тўсиб қўяди.

Ўта чуқур бўлмаган тоннелларда нафақат портал олди, балки ичкаридаги участкаларга ҳам зиён етади. Тоннел устидаги тоғ жинслари қатлами қанча юпқа бўлса, одатда шикастланишлар ҳажми шунча катта бўлади. Айниқса юмшоқ, силжувчан ёки сувга тўйинган грунтларда жойлашган тоннелларда, ҳамда қия ёнбағирларни кесиб ўтадиган тоннелларда шикастланишлар кўпроқ бўлади.

Ичкаридаги участкаларда шикастланишлар куйидаги кўринишда бўлади: алоҳида звеноларни силжиши, қўндаланг кесимини деформацияси, узилиш ва ёриқларни пайдо бўлиши, шипни ўпирилиб тушиши ёки грунтлар уюмлари ҳосил бўлиш билан боғлиқ обделкани бутунлай бузилиб кетиши.

Бу ҳодисалар сейсмик таъсир шароитида тоғ босимини ортиши ёки жами грунт қатламларини сурилиши (масалан, қияликларда) натижасида келиб чиқади. 1952 йили Жанубий Калифорнияда (АҚШ) бўлиб ўтган зилзила вақтида №3-темир йўл тоннелида сурилишга доир ажиб бир мисол кузатилган (12-расм). Рельслар горизонтал йўналиш бўйича қаттиқ эгилиб сурилган ва обделка девори тагига кириб кетган. Бундай ҳолат тоннел бўйлаб узилиш юзасидан келиб чиққан (узилиш тоннел ичи очилгандан сўнг топилган) деворларни темир йўл полотносига нисбатан икки маротаба силжиши (олдига ва орқага ҳаракатланиши) натижасида деформацияланишидан ҳосил бўлган. Япониядаги 1923 й. содир бўлган зилзила вақтида Хоконэ №3 тоннелида обделканинг чап девори бир томонга оғиб қолган ва тирқиш торайган. Бу ҳолат Хоконэ №7 тоннелида ҳам кузатилган, Кекоканиямэ тоннелида эса, аксинча, портал қисмидаги тирқишни кенгайтириш кузатилган.

Обделкадаги ёриқлар горизонтал, вертикал ва қия бўлиши мумкин. Тоннелнинг тўлиқ кесимини кесиб ўтувчи вертикал (тоннелнинг бўйлама ўқига перпендикуляр) ёриқлар горизонтал чўзиш кучлари таъсирида обделкани сурилиш (кесилиш) ёки узилиш кўринишида бўлади. Гоҳо перпендикуляр ёриқлар фақат шипни кесиб ўтади, тоннел бўйлаб чўзилган горизонтал бўйлама ёриқлар кўпроқ шипларда жойлашади. Тоннел обделкаларидаги силжишлар 30-45см гача боради.

Обделка шипини ўпирилиб тушиши энг катта шикастланиш ҳисобланади. 22...24 м чуқурликда жойлашган Кекоканиямэ тоннелида (Япония, 1923 й.) порталдан 7,5м ичкарида цемент қоришма билан маҳкамланган силлиқланган тошдан иборат гумбаз ўпирилиб тушган. 9...25 м чуқурликда сув билан тўйинган грунтда жойлашган тоннелда 60м масофада шип тушиб кетган. Шипнинг қалинлиги 45...67 см тенг бўлиб, обделка цемент қоришмада маҳкамланган ғишт термасидан иборат эди. Ўпирилишлар бошқа тоннелларда ҳам кузатилган. Юмшоқ грунтда 9 м чуқурликда жойлашган Намуя тоннелида шикастланишлар кўпроқ тепаликлар орасидаги эгарсимон жойларда кузатилади. Тоннел шипи ўпирилган жойи тупроқ уюмлари билан 13-расмда кўрсатилган. Шунга ўхшаш шикастланишлар бошқа темир йўл тоннелларида ҳам кузатилади. Кўпчилигида шиплар тушиб кетиб, тупроқ уюмлари ҳосил бўлади; шиплар ўпирилган

жойларда ер юзида чуқурликлар пайдо бўлади. Шикастланган тоннеллар устидаги грунтда чуқур ва кенг ёриқлар ҳосил бўлган. Енг оғир ҳолларда шипнинг ўпирилиши билан бирга тираб турувчи деворлар ва бутун обделка ҳам бузилиб кетади.

Афсуски, йиғма обделкали тоннеллардаги ҳолат ҳақида деярли маълумотлар йўқ. Бунга мисол сифатида 1958 й. зилзиласида шикастланган Чилидаги гидротехник тоннелни келтириш мумкин. Тоннел бўш грунтларда жойлашган бўлиб, деворлари бетон блоклардан, шипи эса тавр кесимли темирбетон тўсинлардан иборат эди. Зилзила жараёнида тоғ босимини ортиши тоннелни грунтдан бўртиб чиқишига ва деворларни бузилишига олиб келган.

Зич мустаҳкам грунтларда сейсмик таъсирлар натижасида шикастланишлар камроқ бўлиши керак. Тоннелни чуқур жойлашиши ҳам қулай омиллардан ҳисобланади, чунки чуқурлик ортган сари сейсмик тебранишлар жадаллиги камайиб боради.

1923 йил бўлиб ўтган Япониядаги зилзиладан сўнг қўплаб шикастланган тош ва бетон қувурлар бўлган (умумий сонидан 30% гача). Шикастланишлар девор ва шиплар туташган жойлардаги ёриқлар, узилиш жойлардаги қўндаланг ёриқлар, шип ва деворларни бутунлай бузилиши, бош қисмларини бузилиши кўринишида бўлади.

Темирбетон билан ёпилган тўғри бурчакли қувурлар плиталар етарли даражада деворлари билан бириктирилмагани туфайли қаттиқ шикастланган. Темирбетонли юмалоқ ёки тўртбурчакли қувурлар кам шикастланган. Қувурларни шикастланишида сейсмик таъсир натижасида грунт босимини ортиши, ҳамда ер полотносининг умумий деформациясининг аҳамияти катта.

Тиркама деворлари шикастланишининг асосий сабаблари – бу уларнинг ўз оғирлигидан келиб чиқадиган инерция кучи ва орқа қиррасига грунт босимини кучайиши. Ушбу омилларнинг иккаласи ҳам деворни бутунлай ёки алоҳида қисмларини силжишига ва ағдарилишига олиб келади. Оралиқ чоклар бўйича силжишлар осонликча бутунлай бузилиб кетадиган қуруқ термали деворларга хосдир. Қоришма билан қурилган деворларда силжишлар асосан иш чоклари бўйлаб ёки кесимлар кескин ўзгарган жойларда ҳоил бўлади. Деворларни грунтда сирпанишига одатда фундаментни юза қиррасига грунтнинг қаршилигини камайиши сабаб бўлади. Мураккаброқ ҳолларда тираб турувчи деворларни ўпирилиши бутун қиялама участканинг ёки тираб турувчи ёнбағирларнинг мустаҳкамлиги йўқолиши натижасида рўй беради.

2. Сунъий иншоотларни сейсмик шикастланиш сабаблари

Сейсмик шикастланишларнинг энг муҳим сабабларига қуйидагилар киради:

1. Замин грунтлари тебраниши натижасида келиб чиқадиган иншоот массаларини тебранма ҳаракатларидан ҳосил бўлувчи горизонтал сейсмик кучлар. Бу кучлар иншоотларда сейсмик кучланишларни келтириб чиқаради ва кўп ҳолларда уларни шикастланишини асосий сабаби бўлади. Кўприкларнинг оралиқ қурилмаларини силжиши ва таянчлардан тушиб кетиши, оралиқ таянчларни қулаши ёки силжиб (кесилиб) кетиши горизонтал сейсмик кучлар таъсирининг натижасидир;

2. Грунтнинг сейсмик тебранишларини вертикал ташкил этувчиси томонидан юзага келтириладиган вертикал сейсмик кучлар. Бу кучлар одатда асосий юкланишлар кучига нисбатан кичик бўлиб, шикастланишга камдан-кам сабаб бўла олади. Аммо улар ишқаланиш кучларининг фойдали самарасини камайтиради, бутун иншоотни ёки уни алоҳида қисмларини турғунлик захирасини қисқартиради ва бунинг натижасида горизонтал сейсмик юкланишлардан ҳосил бўладиган шикастланишларни ортишига йўл қўяди.

Горизонтал ва вертикал йўналган сейсмик кучлар – бу вақт бўйича қиймати ва катталиги мураккаб қонунларга асосан ўзгарувчи аниқ динамик юкланишдир;

3. Тиркама деворлар ва устунларга грунтнинг сейсмик горизонтал босимини иншоотлардаги қўшимча сейсмик кучланишлар келтириб чиқаради. Уларнинг кўприклар устунлари ва тиркама деворларини шикастланишидаги роли ҳал этувчидир;

4. Зилзила шароитида тоннеллар обделкасига тоғ босимини ортиши;

5. Кўприкларни оралиқ таянчларига сувнинг сейсмик (гидродинамик) босими;

6. Зилзила вақтида айрим грунтларнинг кўтариш қобилиятини пасайиши.

Сейсмик тебранишлар жараёнида сув билан тўйинган бўш грунтлар суюлиб юмшайди ва оқувчан ҳолатга ўтади. Бундай ҳодисалар кўплаб қатор зилзилалар вақтида кузатилган.

1964й. Ниигата (Япония) зилзиласи натижасида ер юзидаги кум “вулқонлари” ни ўзгариши билан бирга рўй берадиган сув билан тўйинган майда кумларни зичлиги ва кўзгалувчанлигини ўзгариши биноларни жуда катта миқдорда чўкишига олиб келган.

Келтирилган ҳодисалар табиий асосдаги ёки осма қозикларда ўрнатилган таянчларнинг ён қирраларида грунтларнинг кўтарувчанлик қобилиятини пасайиши горизонтал сейсмик кучларни таъсири остида уларни горизонтал силжиши ва оғишини осонлаштиради;

7. Зилзили жараёнида грунтларда қолдиқ деформацияларни ривожланиши. Буларга зилзила натижасида келиб чиқадиган қиялама ва мустаҳкам бўлмаган ёнбағирларда сурилиш ва ўпирилишлар, сув билан тўйинган массивларни оқиб тушиши ва ёйилиши, грунт қатламларини чуқурликлардаги сурилишлари ва х.к.лар каби иккиламчи ҳодисалар киради.

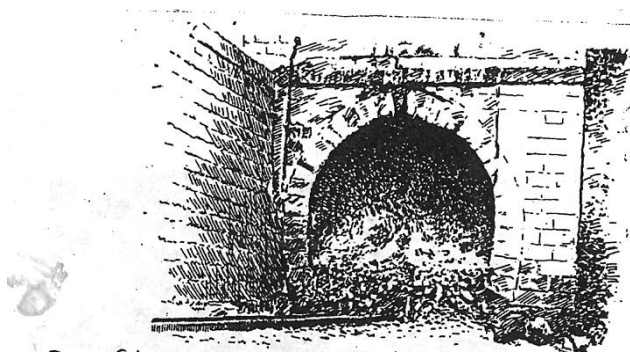
Бундай ҳодисалар кўплаб 9 балли ва ундан ортиқ зилзилаларда, ҳамда 1964 йили Аляскада бўлиб ўтган зилзила вақтида кузатилган. Улар қиялама участкаларда қурилган тоннелларнинг тиркама деворларини бузилишига сабаб бўлиши, кўприк таянчларини кўтарилиб кетишига ҳам олиб келши мумкин.

Кўприкларга хос бўлган деформацияларга грунт массаларини дарё томонига сурилиши киради. Бунда устунларни таянчлар оралиғи томонига сирпаниб, оралиқлар ва кўприкнинг умумий узунлиги қисқаради.

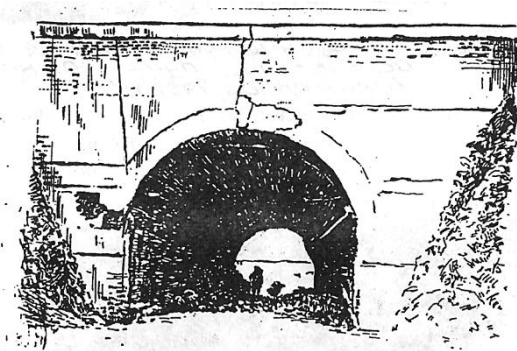
Шунга ўхшаш шикастланишлар 1964 й. Аляскада бўлиб ўтган зилзила вақтида кўплаб кузатилган. Таянчлар оралиғи 51 см гача қисқариб кетган. Дарё оқимида бурчак остида жойлашган кўприкларда грунт массаларини бу оқимга перпендикуляр силжиши кўприкнинг ўқ чизигини тарҳ бўйича қўшимча қийшайишига олиб келган.

8. Зилзилалар жараёнида тектоник ҳодисалар.

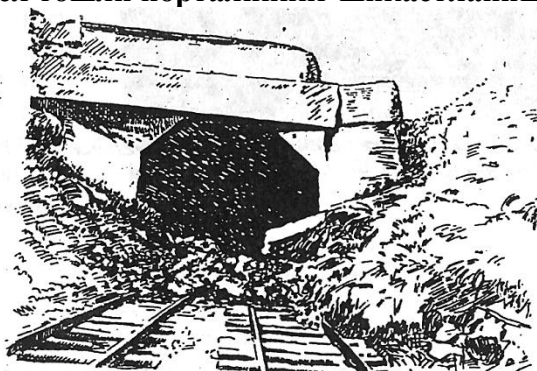
Зилзила жараёнида тектоник бузилишлар текисликлари бўйлаб ҳаракатланишлар ўн ва ундан ортиқ метргача борадиган ўпирилиш ва силжишларни келтириб чиқаради. Бундай ҳодисалар кўприклар ва тоннелларни, шу жумладан чуқур жойлашганларни ҳам шикастланишига олиб келади. Аниқки, бундай шикастланишларни кўпайишида иншоотнинг қаршилигини деярли аҳамияти йўқ. Кўп ҳолларда иншоотлар шикастланиши юқорида кўрсатилган сабабларнинг биргаликдаги таъсири натижасидир.



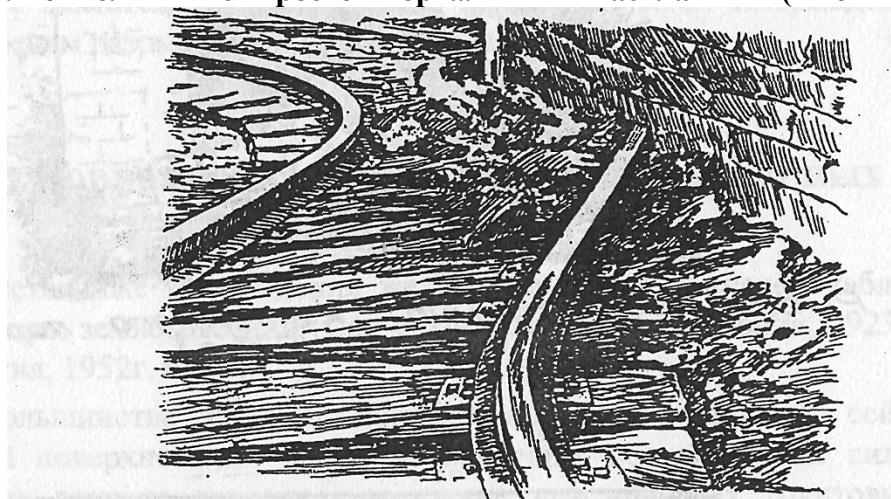
9–расм. Тоннелнинг тош порталини шикастланиши (Япония, 1923 й.)



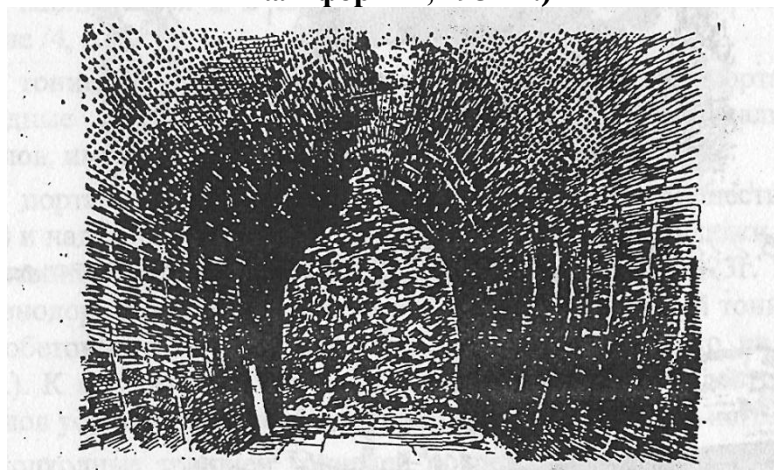
10–расм. Тоннел тошли порталининг шикастланиши (Япония, 1923 й.)



11–расм. Тоннелнинг темирбетон порталини шикастланиши (Япония, 1923й.)



12–расм. Тоннел деворларини силжиши ва темир йўл изини қийшайишии (Жанубий Калифорния, 1952 й.)



13–расм. Шипни ўпирилиши ва тоннелни қўмилиб кетиши (Япония, 1923й.)

1. Зилзилалар пайтида тоннелларда пайдо бўлувчи ўзига хос шикастланишларни тушунтиринг?
2. Сунъий иншоотларнинг сейсмик шикастланишларининг сабабларини аниқлашни тушунтиринг?

Асосий дарсликлар ва ўқув қўлланмалар

9. Shermuxamedov U.Z. Transport inshootlarining zilzilabardoshligi. 5A340603– «Ko‘priklar va transport tonnolari ekspluatatsiyasi» mutaxassisligi 1 va 2-bosqich magistratura talabalari va professor-o‘qituvchilar uchun o‘quv qo‘llanma.–ToshTUMI, 2014.–77 b.
10. М.М. Мирсаидов, Т.З. Султанов. Иншоотлар зилзилабардошлиги. Тошкент: Фан, 2012. – 240 б.
11. Шестопёров Г.С. Сейсмостойкость мостов. - М.: Транспорт, 1984. -143с.
12. Уздин А.М., Сандович Т.А., Аль-Насер-Мохомад Самих Амин. Основы теории сейсмостойкости и сейсмостойкого строительства зданий и сооружений. – С.Петербург: Изд-во ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева, 1993. – с. 176.
13. Красин Н.А. Сейсмостойкость транспортных искусственных сооружений. Часть 1, 2 и 3. Учебное пособие для магистров строительного профиля. ТашИИТ, 2005.
14. ҚМҚ 2.05.03-97. Кўприklar ва кувурлар. – Тошкент: ЎзР Давархитекткурилишқўм, 2002. – 452б.
15. ҚМҚ 2.01.03.-96. Сейсмик ҳудудларда курилиш / ЎзР Давархитекткурилишқўм. – Тошкент, 1996. – 65 б.

**МАЪРУЗА 6.
КЎПРИК ТАЯНЧЛАРИ ВА УЛАРНИНГ ПОЙДЕВОРЛАРИНИНГ
ШИКАСТЛАНИШИ**

Маъруза режаси

1. Кўприк таянчи ва пойдеворини шикастланиши.
2. Чўкма силжиши, анкерли болтлар ва сарровларнинг шикастланиши.

Таянч иборалар:

Кўприк, зилзила, сарров, анкер болт, чўкма силжиши, таянч, пойдевор, сейсмик шикастланиши, таянч қисмлари.

1. Кўприк таянчи ва пойдеворини шикастланиши

2. Чўкма силжиши, анкерли болтлар ва сарровларнинг шикастланиши.

14–расмда Ниигатадаги (Япония, 1964 й.) 9-10 балли зилзила вақтида Шова-Огаши кўпригини бузилиш схемаси келтирилган. Кўприк бир қатор бўйича жойлашган қозикўкли таянчлар, икки таврили пўлат тўсинли ҳаракат қисми темир бетон плитали кесма оралиқ қурилмалардан иборат бўлган. Ўртадаги оралиқ қурилма ушлаб турувчи таянчларни бузилиши натижасида бутунлай қулаган; унга туташган оралиқ қурилмалар эса эркин учлари томонидан кўприк узунаси бўйлаб тушиб кетган [11]. АҚШ (Аляска, 1964 й.) [12] ва Япониядаги (Фукуй, 1948й.) [13] зилзилалар вақтида кўприklarни шикастланиши натижасида темир йўллар иши деярли бир ойга тўхтаб қолган.

15–расмда Тайвандаги зилзила вақтида кўприк таянчларини шикастланишлари кўрсатилган.

Таянч қисмларини шикастланиши кучли зилзилаларда ёки импульс типдаги зилзилалар вақтида кузатилади. Кучи 7 баллгача бўлган сейсмик таъсирларда ҳаракатланувчи таянч қисмлар конструкциялари мустаҳкам туради. Ҳаракатланмайдиган таянч қисмлар шикастланганда анкер болтлари узилади, болтлар атрофидаги бетонда ёриқлар пайдо бўлади, уларни чўзилиши ва эгилиши кузатилади. Шунинг учун уларни анкер болтлари яқинида жойлашган бетон участкаларида арматуралаш зарур. Таҷрибалар анкер болтларни ҳисоблашда сейсмик юкланиш коэффициентини қийматларини оралик қурилмалардагига нисбатан каттароқ олиниши кераклигини кўрсатди [6].

Кўприк таянчлари кўпроқ чўкиш ва силжиш каби шикастланишларга чалинади. Пойдевор остидаги грунт маълум даражада юмшоқ бўлганда, бундай шикастланишга биринчи навбатда эътибор қаратиш зарур. Кўприк ҳар бир таянчини чўкиш ёки силжиш миқдори дарё ўзанининг турли жойларида турлича бўлиши мумкин. Шунинг учун ҳар бир жойда грунтларнинг ўзига хос хусусиятларини эътиборга олиш керак. Ҳатто бир қисми қаттиқ заминда, иккинчи қисми эса юмшоқ заминда турган якка таянч бўлганда ҳам иншоот анчагина оғишига олиб келадиган нотекис чўкишга чалиниши мумкин. Мисол тариқасида 16–расмда зилзила вақтида йирик кўприкларнинг оралик қурилмаларини қулаши ва таянчларини шикастланиши кўрсатилган.

Кўприк таянчларининг катта миқдорда чўкиши ва силжишига кўпинча зилзила вақтида дарё ўзанида грунтларни суюлиши сабаб бўлади. Грунтлар сурилишининг оқибатларига яққол мисол бўлиб, Банью автомобил кўпригининг Кант шаҳрида ўтган зилзила вақтида (1969 й.) шикастланиши, Шова-Огаши кўпригининг Ниигата шаҳридаги зилзила вақтида (1964 й.) шикастланиши [14], ҳамда 1960 йил май ойида Жанубий Американинг Тинч океани қирғоқлари (Чили) да бир нечта кучли ва кўплаб кучсиз зилзилалар бўлиб ўтган.

Улардан энг кучлиси бўлган 11-12 балли зилзила 22 майда кузатилган. Ҳозирги вақтга келиб А.М.Уздин, Г.Н.Карцивадзе, Ш.Окамото, Г.С.Шестоперов, [15, 4-7] ва бошқа олимлар томонидан кучли зилзилаларда кўприкларнинг шикастланишлари батафсил ўрганиб чиқилган ва кўприкларни сейсмик тебранишларининг асосий хусусиятлари аниқланган. Бундай хусусиятларига қуйидагилар киради:

- иншоот узунлигининг катталиги;
- оралик қурилмаларнинг ўзаро ва таянчларга бўлган таъсирининг ночизғий хусусиятга эгалиги;
- турар–жой биноларига нисбатан фарқли бўладиган вақтинча ҳаракатланувчи юкланишнинг мавжудлиги, замин билан ўзаро таъсирнинг хусусиятлари (пойдевор майдонининг кичиклиги билан этаги бўйлаб тушадиган катта босимлар) ва б.

Кўпчилик тадқиқотлар шуни кўрсатдики, кўприкларнинг таянч қисмлари таянчларда оралик қурилмаларни деярли сиқиб қўймайди. Шунинг учун кўприкларни кўндаланг тебранишлари учун ҳисоблаш схемаси сифатида таянчларга шарнирлар орқали таянадиган кўп ораликли рама қўлланилади.

Одатда, иншоотни таяниш усули уни лойиҳалаш жараенида белгиланади. Бу соҳада билимларни етишмаслиги кейинчалик иншоотнинг шикастланишига сабаб бўлиши мумкин. Иншоотларни нотўғри таяниши билан боғлиқ бўлган шикастланишларини бартараф этиш ҳар йили катта миқдорда сарф–харажатларни талаб этади.

Аммо рамали, равоқли ва осма кўприклар, ҳамда рама-консолли ва равоқли-консолли тизимларларнинг сейсмик тебранишлари жуда кам ўрганилган. Рамали кўприклар, йўл ўтказгичлар ҳамда кичик ва ўртача ораликли эстакадалар узунасига одатда деформация чоклари билан 40-50м ли қисмларга ажратилади. Шунинг учун таянчлари асосини тебранишлари синхрон эмаслигининг аҳамияти деярли йўқ, ва бўйлама сейсмик кучларни аниқлашда тўсинли кўприклар учун қўлланиладиган услубдан ҳам фойдаланиш мумкин. Бунда қатор ҳолларда таянчлар асоси тебранишларининг носинхронлиги учун қўшимча кучларни ҳисобга олиш керак [7].

Жаҳон тажрибаси ҳужжатларда берилган кўприкларни антисейсмик кучайтиришга ҳисоблаш усуллари уларни зилзилабардошлиги, чидамлилиги кўрсатадики, кўприкларни зилзилабардошлиги борасидаги кўпчилик муаммоли масалалар ҳозирги кунгача ҳам ўз ечимини топмаган. Меъёрий ва ишончилигини тўлиқ таъминлаб бера олмайди.



14–расм. Шова-Огаши кўпригини бузилиши (Ниигата, 16 июн, 1964 й.)



15–расм. Таянчларни шикастланиши (Тайван, 1999 й.)



16-расм. Зилзила пайтида оралиқ қурилмаларнинг қулаши ва таянчларнинг шикастланишлари (Тайвань, 1999 й.)

Назорат саволлари

1. Кўприк таянчи ва пойдеворини шикастланиши ҳақида мисоллар келтиринг?
2. Чўкма силжиши, анкерли болтлар ва сарровларнинг шикастланишларини тушунтиринг?

Асосий дарсликлар ва ўқув қўлланмалар

16. М.М. Мирсаидов, Т.З. Султанов. Иншоотлар зилзилабардошлиги. Тошкент: Фан, 2012. – 240 б.
17. Мосты и тоннели на железных дорогах: Учебник для вузов/под ред. В.О.Осипова. М.: Транспорт, 1988.
18. Shermuxamedov U.Z. Transport inshootlarining zilzilabardoshligi. 5A340603– «Ko‘priklar va transport tonnellari ekspluatatsiyasi» mutaxassisligi 1 va 2-bosqich magistratura talabalari va professor-o‘qituvchilar uchun o‘quv qo‘llanma.–ToshTUMI, 2014.–77 b.
19. Шестопёров Г.С. Сейсмостойкость мостов. - М.: Транспорт, 1984. -143с.
20. Рашидов Т.Р., Ишанходжаев А.А. Сейсмостойкость тоннельных конструкций метрополитенов мелкого заложения. Ташкент. Фан. 1993, - 136 с.
21. Уздин А.М., Сандович Т.А., Аль-Насер-Мохомад Самих Амин. Основы теории сейсмостойкости и сейсмостойкого строительства зданий и сооружений. – С.Петербург: Изд-во ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева, 1993. – с. 176.
22. Красин Н.А. Сейсмостойкость транспортных искусственных сооружений. Часть 1, 2 и 3. Учебное пособие для магистров строительного профиля. ТашИИТ, 2005.
23. ҚМҚ 2.05.03-97. Кўприklar ва қувурлар. – Тошкент: ЎЗР Давархитектқурилишқўм, 2002. – 452б.
24. ҚМҚ 2.01.03.-96. Сейсмик ҳудудларда қурилиш / ЎЗР Давархитектқурилишқўм. – Тошкент, 1996. – 65 б.

МАЪРУЗА 7. СЕЙСМОАКТИВ ҲУДУДЛАРДАГИ КЎПРИКЛАРНИ ЛОЙИҲАЛАШ ВА ҲИСОБЛАШ

Маъруза режаси

1. Статик назария.
2. Динамик назария.
3. Спектрал назария.

Таянч иборалар:

Кўприк, зилзила, статик назария, динамик назария, спектрал назария, таянч, пойдевор, сейсмик шикастланиш, таянч қисмлари.

Сейсмик ҳудудларда кўприкларни ҳисоблаш ва лойиҳалаш усуллари ривожланишини таҳлили

Транспорт иншоотларини, хусусан кўприкларни зилзилабардошликка ҳисоблаш усуллари тақомиллаштириш масалалари сейсмик ҳудудларда қурилиш ишларини кенг ривожланиши сабабли ҳозирги даврда муҳим масалалардан бирига айланмоқда.

Сейсмик таъсирларга кўприкларни ҳисоблаш усуллариغا К.С. Завриев, А.А. Амосов, О.Н. Елисеев, А.М. Уздин, И.О. Кузнецовларнинг ишлари бағишланган.

Адабиётларда иншоотларни сейсмик таъсирларга меъёрий ҳисоблаш усуллари турлича талқини келтирилади.

Бино ва транспорт иншоотларини зилзилабардошлик назарияси ривожланиш даврини 4 та босқичга ажратиш мумкин:

– биринчи босқич – XX асрнинг 1900 йилидан 20-йилларнинг ўрталаригача бўлган давр – статик усул, уни асослаш ва иншоотларнинг зилзилабардошлигини ҳисобий баҳоланишини амалга ошириш;

– иккинчи босқич ўтган асрнинг 20-йилларининг ўрталаридан 50-йилларнинг ўрталаригача давом этган ва иншоотларни чизғий–спектрал ҳиоблаш усули (ЧСХ) ни пайдо бўлиши ва ривожланиши билан боғлиқ бўлган.

Учинчи босқичга дунёнинг кўпчилиқ давлатларида ЧСХ ни кенг қўлланилиши ҳамда ҳисоблашларнинг динамик ва статик усулларини кенг ривожланиши хос. Бу босқич ўтган асрнинг 50-йиллари ўртасидан 70-йиллари ўртасигача давом этган

Тўртинчи (ҳозирги замон) босқичи ўз ичига зилзилабардошлиқни ҳисоблаш усулларини ўз ичига қамрайди. Бу босқич, бир томондан, чегаравий ҳолатларни ҳисоблаш усулларини ривожланиши ва зилзилабардош иншоотларни кўп поғонали (многоуровневый) лойиҳалашга ўтиш билан, иккинчи томондан эса тезкор ҳисоблаш техникасидан фойдаланган ҳолда ҳисоблашнинг ночизғий усулларини ривожланиши билан боғлиқ бўлади.

Кўприкларни зилзилабардошлиги назариясининг вужудга келиши XIX асрнинг охирилари ва XX асрнинг бошларига тўғри келади. Бу 1891 йили Мино-Овари шахрида (Япония) содир бўлган ҳалокатли зилзила натижаларини ўрганиш жараёнида биринчи бор япон олимлари томонидан зилзила вақтида иншоотларга таъсир этувчи сейсмик кучларни аниқлаш масаласини қўйиш имконини берган грунтнинг максимал сейсмик тезланишлари ҳақида маълумотлар олинган.

XIX аср охирида Японияда бир нечта ҳалокатли зилзилалар бўлиб ўтган: 1891 йил марказий Япониядаги Ноби шахри ва 1894 йил Токио яқинида, бунда шаҳар катта талофотга учраган эди.

Бир қанча вақт давомида конструкциялар зилзилабардошлигини оширадиган мустаҳкам улкан кўприк таянчлари қурилган. Шу мақсадда 1906 йил япон олими Омори горизонтал гармоник тебранишларга дучор бўладиган платформада жойлашган ғиштли устунчаларда ҳосил бўлувчи сейсмик кучларни аниқлаш мақсадида қатор тажрибалар ўтказди. Омори назариясига кўра сейсмик кучларнинг энг катта миқдори 1-бобда келтирилган.

Зилзилалар натижаларини кузатишдан зилзилабардош қурилиш меъёрлари ишлаб чиқилиши керак деган ҳулосага келинди. Ушбу меъёрларда асосий ўринни тезланиш омили эгаллаши керакдир.

XX асрдаги 20-йилларининг бошида япон олимлари Омори ва Сано биринчи бўлиб иншоотлар ҳисоблашларини статик назариясини таклиф этдилар. Бу назарияга кўра сейсмик куч қуйидагича аниқланади:

$$S=MA=QA/g=QK_c \quad (9)$$

бунда M – сейсмик куч таъсир кўрсатадиган иншоот массаси; A – зилзила кучининг тезланиши; Q – вазн; g – эркин тушиш тезланиши; K_c – сейсмиклик коэффиценти; 9 балл сейсмикликка эга ҳудудлар учун $1/10$, 8 балли ҳудудлар учун $1/20$, 7 баллиқлар учун $1/40$ га тенг.

Сейсмиклик коэффиценти K_c ҳисоблаш натижалари ҳамда уларни зилзила вақтида бузилган ва бутун қолган иншоотларни ўрганиш натижалари билан солиштириш асосида ишлаб чиқилган.

1. Статик назария

Омори ва Саноларнинг назарисига кўра зилзила вақтида иншоотнинг ҳар бир қисмига уларнинг асосларига тўғри келадиган тезланишни узатилиши назарда тутилади, яъни бунда конструкциянинг эркин тебранишлари ҳамда унинг деформацияларини

ҳисобга олинмайди. Иншоотларни зилзилабардошликка ҳисоблашнинг статик усули энг содда ҳисобланади.

Зилзилабардошликка ҳисоблашнинг статик усули – бу танланган масштаб ва ўзгармас тезланиш йўналишига кўра объект массасини тақсимлаш бўйича сейсмик юкланишни бериш усулидир.

Ўтказган тажрибалар натижасига асосан, Омори иншоотлар асосини тезланиш миқдорини баҳолаган ва унинг маълумотларига кўра 9 балли зилзила учун $0.1g$ ни ташкил этади.

Статик усулнинг жиддий камчилиги конструкциянинг динамик хусусиятларини ҳисобга олиб бўлмасликдан иборат. Бу хусусиятларни ҳисобга олмаслик эса иншоотларни ҳисоблашда мустаҳкамлик заҳирасини камайтирувчи жиддий хатоларга олиб келиши мумкин.

Бу назарияни қўллаш зилзилалар натижасида вайрона бўлган иншоотлар сонини камайтиришга олиб келди, аммо шу назарияга асосланган ҳолда қурилган кўплаб иншоотларнинг бузилиши давом этаверди.

Маълумки, статик назариянинг камчиликлари 1923 йили Токио ва Йокогамада бўлиб ўтган ва 150 мингдан ортиқ одам ҳалок бўлган зилзилалардан сўнг яққол кўриниб қолган. Бу зилзилалар биноларни сейсмик таъсирга ҳисоблашнинг динамик усулини яратиш учун туртки бўлди.

2. Динамик назария

Япон олими Мононобе 1923 йил биринчи бўлиб зилзилабардошликнинг *динамик назарисини* таклиф этган. Бу назарияга кўра иншоот асосга нукталар бўйича таянадиган консолли стержен кўринишида моделлаштирилган бўлиб, унинг асосига сейсмик таъсирни моделлаштирувчи гармоник силжиш кучлари билан таъсир этилади.

Бундай модел иншоотнинг қайишқоқлик хусусиятларини ҳисобга олиш имконини беради. Шу билан бирга Мононобе сейсмик юкланишларни баҳолаш формуласига динамиклик коэффицентини киритган.

Асоснинг ҳаракати синусоидал қонунга асосланган деб қабул қилинган; эркинликнинг битта даражасига эга консерватив тизимнинг стационар гармоник тебранишлар жараени кўриб чиқилган. Натижада, иншоотлар динамикасидан келиб чиқадиган ва қуйидаги кўринишда ифодаланган ечим топилган:

$$S = K_d \beta Q,$$

бу ерда β – динамиклик коэффиценти.

бунда $T(\omega)$ – тизимнинг ўз тебранишлари даври (частотаси);

$T_0(\omega_0)$ – зилзилалар вақтида асосларнинг тебраниш даври (частотаси).

Кейинчалик 1927 йил К.С. Завриев Мононобе назариясининг ўзгармас (стационар) тебранишлардан фойдаланиш каби асосий камчилигига барҳам бериб, ўтиш жараёнларини инобатга олиш зарурлигини асослаб берган. Бу расман асос ҳаракати учун қабул қилинган косинусоидал қонун кўринишида ифодаланган, бу эса сейсмик таъсир бошланишининг тасодикийлик хусусиятини бартараф этишга имкон яратган. А.Г. Назаровнинг кейинги ишларида сейсмик таъсирни импульс кўринишида қабул қилиш мумкинлигини тақозо этувчи сейсмик зарбанинг концепцияси ривожлантирилган.

3. Спектрал назария

Чизғий осцилляторнинг ўз хусусий тебранишлари даврининг функциясида максимал тезланишлар, тезлик ва силжишлар эгри чизикларидан иборат спектрал эгри чизикларини амалга жорий этиш ҳисобига сезиларли даражада динамик назариянинг такомиллаштирилган кўриниши – спектрал назария зилзилабардошлик назарияси ривожланиш тарихининг кейинги босқичи бўлди.

Сейсмик кучларни аниқлашнинг спектрал усули 1933 йилда илк бор америкалик инженер М. Био томонидан таклиф этилган. Кейинчалик бу ғоя Хаузнер, Альфорд, И.Л. Корчинский, С.В. Медведев, А.Г. Назаров, С.В. Поляков, Н.А. Николаенко, В.Т.

Рассказовский, Э.И. Хачиян, Ш.Г. Напетваридзе, Я.М. Айзенберг ва б. ишларида ривожлантирилган.

Усулнинг моҳияти содир бўлган зилзилалар акселерограммалар, яъни тезланишларни вақт τ (t) га боғлиқлик эгри чизиқларини ишлаб чиқиш асосида динамиклик коэффициент $\beta(t)$ эгри чизиғи чиқарилади, бунда $\beta=1/T$ (T – конструкциянинг хусусий тебранишлари даври) - бу динамиклик коэффициенти, қайсини массага энг катта тезланиш бериш учун конструкция асосининг энг катта тезланишига кўпайтириш керак бўлади. Био ўз тажрибаларида сўнмайдиган деб тахмин қилинадиган ўз тебранишларининг бошқариладиган даврига ҳамда битта даражали эркинликка эга бўлган қайишқоқ тизимдан фойдаланган.

А.Г. Назаров эркин тебранишларнинг турли даврига ва сўниш тавсифларига эга бир нечта эгилувчан маятникли сейсмографдан фойдаланиб, бу усулни такомиллаштирган. Кейинчалик С.В. Медведев ва Джо Хаузнер бир қатор йирик зилзилалар учун спектрал эгри чизиқларини тузишган.

1951 йил СССРда сейсмик ҳудудларда бино ва иншоотларни статик назарияга асосланган ҳолда лойиҳалашнинг биринчи меъёрлари жорий этилди (ПСП 101-51). Кейинги 30 йил давомида бу меъёрлар тўрт мартаба қайта кўриб чиқилган: СН 8-57; СНиП II-A.12-62; СНиП II-A.12-69; СНиП II-7-81; СНиП II-7-81*. Шунинг таъкидлаш керакки, ҳозирги вақтда Россияда СНиП II-7-81* га асосланган зилзилабардош қурилиш бўйича долзарб меъёрлари СНиП 22-03-2009 муҳокамадан ўтмоқда. Бу меъёрларда динамиклик коэффициенти грунт шароитларидан келиб чиққан ҳолда дифференциалланган. Спектрал усул ўрганилиб, 1954 й. АҚШ да, 1958 йил эса СССР да меъерий ҳужжатларга киритилган.

Ҳозирги вақтда жорий СНиП II-7-81* га биноан юкланишлар S_{ij} ни масса m_i га таъсирини тебранишларнинг j шакли бўйича аниқлаш формуласи қуйидаги кўринишга эга:

$$s_{ij} = K_1 \cdot A \cdot g \cdot m_i \cdot \beta(T_j \gamma_j) \cdot K_\psi \cdot \eta_{ij}, \quad (10)$$

бунда $S_{ij} - m_i$ массага таъсир этвчи тебранишларнинг j шакли бўйича сейсмик юкланиш;

$\beta(T_j, \gamma_j)$ – динамика коэффициенти, у умумий ҳолда T_j нинг j шакли бўйича хусусий тебранишлар даврига, қайишқоқ эмас γ_j қаршилиқнинг коэффициенти ва таъсир турига (асоснинг ҳисобий акселерограммаси (t)) га боғлиқ;

η_{ij} – тебранишлар шаклига кўра инерция юкланишлари тақсимланишини ҳисобга олувчи шакл коэффициенти;

$Q - k$ нуқтага тегишли иншоот оғирлиги;

$A - 7, 8, 9$ балли сейсмиклик учун қиймати $0.1, 0.2, 0.4$ га тенглаб олинadиган коэффициент;

K_1 – чекли масофалар коэффициенти;

K_ψ – сўниш коэффициенти.

Ҳозирги вақтда спектрал усул зилзилабардош иншоотларни лойиҳалаш ва қуриш меъёрий ҳужжатларда асосий усул сифатида қабул қилинган.

Спектрал усулнинг меъёрий вариантини ишлаб чиқишда ҳисоблашлар асоси бўлиб сейсмик юкланишларни аниқлашнинг (10) формуласи хизмат қилади. Шунинг таъкидлаш керакки, унинг таркибига кирадиган параметрлар авваллари содир бўлган зилзилалар тажрибаси асосида эмпирик равишда аниқланган.

Кўп ҳолларда динамик ҳисоблашлар ҳозирча ёрдамчи сифатида қўлланилади ва спектрал усул ҳамда экспериментал тадқиқотлар бўйича ҳисоблашларга қўшимча сифатида қабул қилинади.

Иншоотлар зилзилабардошлигининг спектрал назариясини ишлаб чиқиш экспериментал тадқиқотларни кенг ривожланишини тезлаштирган ҳамда инструментал усулларни такомиллаштирилишига, инструментал маълумотларни ишлашнинг сонли усулларини пайдо бўлишига имкон яратган.

Россия меъёрларида қабул қилинган сейсмик юкланишни иншоот массасига нисбатан ҳисоблашни спектрал усули конструкцияларнинг динамик хусусиятларини ва сейсмик таъсирни номунтазамлигини етарли даражада ҳисобга олишга имкон беради.

Аммо бошқа давлатларда оддий иншоотларни ҳисоблаш учун қабул қилинган статик ва соддалаштирилган усулларга нисбатан спектрал усулнинг меҳнатталаблиги юқорироқ бўлиб, яхши дастурий-услугий таъминловни ҳамда юқори малакали лойиҳаловчи–муҳандисларни ишлашини талаб этади.

Маълумки, Ўзбекистон Республикасида транспорт иншоотларини қуришда ўз меъерлари шу вақтгача ишлаб чиқилмаган, шунинг учун лойиҳаловчилар энг мақбули сифатида Россия меъерларидан фойдаланадилар. Конструкцияларни сейсмик таъсирларга ҳисоблашнинг спектрал усули Россия ва бошқа давлатларда асосий усул деб қабул қилинган. У иншоотлар зилзилабардошлигини баҳолашнинг статик ва динамик усуллари орасидаги ўринда туради.

Кейинги ўн йилликлар давомида ушбу назария доирасида турли йўналишлар пайдо бўлган. Булардан, биринчи навбатда, иншоотлар зилзилабардошлиги назариясини ривожланишининг замонавий даражасини белгиловчи акселерограммалар бўйича ҳисоблаш усулини, эҳтимолий ҳисоблаш усуллари, эластик–пластик деформацияларни, узилиб қоладиган боғланишларни ҳисобга олувчи ҳисоблаш усуллари ва б. ни кўрсатиш мумкин.

Ҳаракат тенгламаларини тебранишлар шаклига кўра ажратилиши кўриб чиқиладиган ишланмалар негизини ташкил этади. Бундай ажратишлар тизимнинг ҳар бир ҳолати учун амалга оширилади. Шунда ажратишлар аниқ (тебранишлар шаклига демпферлашни таъсирини эътиборга олганда) ва тақрибий (демпферланмаган тебранишлар шакли бўйича) бўлиши мумкин. Улар ишланмаларда батафсил ёритилган.

Ўтган асрнинг 70–йилларида ҳисоблашнинг спектрал усули ҳақидаги ҳулосасида И.Л. Корчинский зилзилабардошлик коэффиценти “бутун назариянинг энг сўст жойи” эканлигини кўрсатган.

Аммо, у максимал тезланишларни маълум бир ўртача миқдорини ёки маълум бир кучсиз зилзилани тезланишини тавсифлаганми, аниқ тушуниб бўлмас эди.

Бу маслани ечимига фақат иншоотларни ҳисоблашнинг ночизғий усуллари ва чегаравий ҳолатлар назариясига ёндошишлар ривожланиб кетгандан кейин эришилди. Кейинги ўн йилликларда мазкур тадқиқотлар асосида конструкцияларни сейсмик таъсирга ҳисоблашларга аниқ ёндошишлар характери шакллантирилган.

Ушбу ёндошув зилзилабардош қурилишда кўп поғонали деб ном олган.

Шу вақтгача кўприкларни ҳисоблашлари фуқаро ва саноат бинолар шикастланишлари таҳлили асосида тузилган меъерлар бўйича амалга оширилади. Ҳозирги вақтда Россияда ҚМҚ II-7-81 га асосланган зилзилабардош қурилиш бўйича долзарблантирилган меъерлар ҚМҚ 22-03-2009 муҳокама қилинди. Аммо янги ҚМҚ нинг кўприкларга оид бўлими деярли ўзгартирилмаган. Шу билан бирга, икки поғонали ёндошувни кўприклар учун қўллаш қўшимча тавсияларни талаб этади.

Назорат саволлари

1. Статик назарияни таърифлаб беринг?
2. Динамик назария асосларини тушунтиринг?
3. Спектрал назария ҳақида маълумот беринг?

Асосий дарсликлар ва ўқув қўлланмалар

25. Шестопёров Г.С. Сейсмостойкость мостов. - М.: Транспорт, 1984. -143с.
26. Уздин А.М., Сандович Т.А., Аль-Насер-Мохомад Самих Амин. Основы теории сейсмостойкости и сейсмостойкого строительства зданий и сооружений. – С.Петербург: Изд-во ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева, 1993. – с. 176.

27. Лившиц Я.Д., Онищенко М.М., Шкуратовский А.А. Примеры расчёта железобетонных мостов. Киев., Вища школа, 1986. – 287 с.
28. Красин Н.А. Проектирование мостов, тоннелей и метрополитенов. Расчет оснований и прочности фундаментов глубокого заложения промежуточных опор мостов на сейсмостойкость. Учебное пособие. –Ташкент: Таш ИИТ, 2005 г.
29. Красин Н.А. Сейсмостойкость транспортных искусственных сооружений. Часть 1, 2 и 3. Учебное пособие для магистров строительного профиля. ТашИИТ, 2005.
30. Красин Н.А. Проектирование мостов, тоннелей и метрополитенов. Проектирование и расчет мостов на сейсмостойкость в различных странах. Учебное пособие. – Ташкент: Таш ИИТ, 2005 г.
31. Гишман М.Е. Проектирование транспортных сооружений. М., Транспорт, 1980. - 311 с.
32. ҚМҚ 2.05.03-97. Кўприқлар ва қувурлар. – Тошкент: ЎзР Давархитектқурилишқўм, 2002. – 452б.
33. ҚМҚ 2.01.03.-96. Сейсмиқ ҳудудларда қурилиш / ЎзР Давархитектқурилишқўм. – Тошкент, 1996. – 65 б.

МАЪРУЗА 8.

КЎПРИКЛАРНИ АНТИСЕЙСМИК КУЧАЙТИРИШ УСЛУБЛАРИ

Маъруза режаси

1. Кўприқларни зилзилабардошлиги учун замонавий техник ечимлар.
2. Сейсмоизоляция.
3. Кўприқлардаги сейсмосўндириш ва демпферлаш қурилмалари.
4. Тебранишларни динамик сўндиргичлари

Таянч иборалар:

Кўприқ, зилзила, сейсмоизоляция, сейсмосўндириш, техник ечим, таянч, пойдевор, сейсмиқ шикастланиш, таянч қисмлари.

1. Кўприқларни зилзилабардошлигини кучайтириш усуллари

Антисейсмиқ қурилмалар таянчлар, оралиқ қурилмалари ва кўприқнинг таянч қисмлари таркибига кириши мумкин. Бундан ташқари, антисейсмиқ қурилмалари кўприқ асосий элементлари орасидаги боғланишлар ёрдамида ҳам амалга оширилиши мумкин (масалан, оралиқ қурилма ва грунт орасида, таянчлар ва оралиқ қурилмалари орасида, ёнма-ён жойлашган оралиқ қурилмалар орасида, қўшни таянчлар орасида).

Антисейсмиқ қурилмаларига иншоотни зилзилалардан сақловчи функциясини амалга оширувчи, кўприқнинг асосий элементи сифатида қараш мақсадга мувофиқдир.

Кўприқларнинг зилзилабардошлигини таъминлаш учун кучайтиришнинг иккита усули қўлланилади: **анъанавий ва махсус**.

Анъанавий усуллар таъсир этувчи сейсмиқ юкланишларни қабул қилинишини таъминлашлари керак. Бунга конструкция элементларини ривожлантириш ва кучайтириш йўли билан ёки таъсир этувчи юкланишларни элементлар орасида тақсимлаш йўли билан эришилади.

Махсус усуллар иншоот ишининг динамик схемасини ўзгариши ҳисобига сейсмиқ юкланишларни камайишини таъминлаши керак ва сейсмоизоляция ва

сейсмосўндиришларга бўлинади. Махсус сейсмоҳимоя тизимларининг умумий таснифи 17-расмда кўрсатилган.

Дунё бўйича амалиётда сеймик таъсирлардан ҳимоялашда **сейсмоизоляция** усулидан кенг фойдаланилади.

Сейсмоизоляция деганда, биз маълум бир сатҳларда майинлик даражаси юқори бўлган элементларни ўрнатиш ҳисобига сеймик тебранишлар жараёнида иншоотларга таъсир этадиган энергияни камайитириш тизимларини назарда тутамиз.

Шундай қилиб, сейсмоизоляциянинг ихтиёрий тизими учта асосий қисмдан ташкил топиши керак: бикир қурилма, сейсмоизоляцияловчи элемент ва кўтариб турувчи конструкция. **Сейсмоизоляция адаптив** ва **стационар**га ажратилади.

Адаптив тизимлар.

Сейсмоизоляциянинг *адаптив тизимлари* оралиқ қурилмаларнинг қўшалок тиралиш тизимларидан иборат бўлиб, бикир ёки эгилувчан таянч қисмларга бўлинади. Бикир таянч қисмлари эксплуатацион юкланишларни маълум заҳира билан қабул қиладилар. Экстремал юкланишларда бикир таянч қисмлари бузилади ва таянч қисмларнинг иккинчи гуруҳи – эгилувчанлари – ишга тушади.

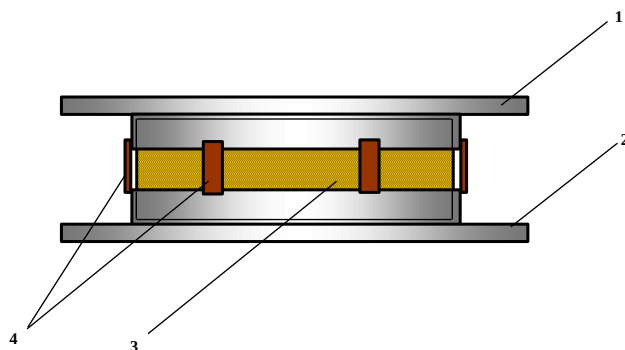
Мисол тариқасида 18-расмда Тошкент шаҳар метросини Оқ тепа ва Салар каналлари устидан ўтадиган кўприкларнинг таянч қисмларини принципиал схемаси кўрсатилган.

Стационар тизимлар. Сейсмоизоляциянинг стационар тизимлари таркибига 4 гуруҳ техник ечимлар киради. Ечимларнинг дастлабки иккита гуруҳи – бу “эгилувчан” таянч қисмлар бўлиб, уларда тиклаш кучи эластиклик кучларидан (резина металл таянч қисмлар - РТҚ) ёки оғирлик кучидан келиб чиқади (гравитацион таянч қисмлар - ГТҚ).

Ечимларнинг кейинги икки гуруҳи – бу “**сирпанувчи**” таянч қисмлар. Ишлаш принципига кўра уларни икки категорияга бўлиш мумкин: кичик ва катта ишқаланишлиларга. Биринчи ҳолда оралиқ қурилмалар занжир кўринишида туташтирилади, оралиқ таянчларга эса ҳаракатланувчан (“сирпанувчан”) таянч қисмлари ўрнатилади.



17-расм. Кўприкларни ишлаш принцигига кўра сейсмоҳимоялашнинг махсус усуллари таснифлаш



18-расм. Тошкент шаҳар метросини Оқ тепа ва Салар каналлари устидан ўтадиган кўприкларнинг таянч қисмларини принципиал схемаси (1974-78 йиллар)

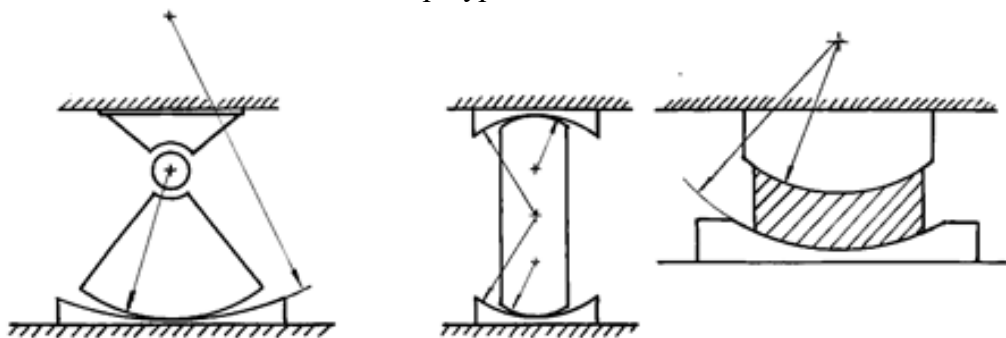
**1- юқори таянч листи; 2 – пастки таянч листи; 3 – РТҚ;
4 – кўтариш қобилияти чегараланган элементлар**

Сейсмоизоляциянинг стационар тизимларини тиклаш кучига эга ва эга эмасларга ажратиш мумкин. Ўз навбатида, тиклаш кучига эга сейсмоизоляция тизимлари **эластик** ва **гравитационларга** бўлинади. Биринчиларида тиклаш кучи бўлиб эластиклик кучи, иккинчиларида эса оғирлик кучи хизмат қилади.

Гравитацион сейсмоизоляцияловчи пойдеворларни **осма** ва **таянчларга** бўлиш мумкин. Осма пойдеворларда бинолар пастки пойдевор плитаси билан бикир бирлаштирилган рамали конструкцияга тягалар ёрдамида осиб кўйиладиган устки пойдевор плитасига ўрнатилади. Ашхобод шаҳрида қурилган Ф.Д. Зеленковнинг сейсмоизоляцияловчи пойдевори СССР да бундай типдаги пойдеворларнинг биринчиси бўлган.

Таянч пойдеворларида устки пойдевор плитаси кинематик таянчларга таянади. Гравитацион таянчлар схемаси 19-расмда кўрсатилган.

Ҳозирги вақтда сейсмоизоляцияни бино ва иншоотларни, шу жумладан сейсмиклиги 8 баллдан ортиқ бўлган ҳудудларда қуриладиган кўприкларни ҳам энг келажаги порлоқ сейсмоҳимоялаш воситаси деб ҳисобласа бўлади. Дунё бўйлаб минглаб сейсмоизоляцияланган бино ва иншоотлар қурилган.



19-расм. Гравитацион таянч қисмлар схемаси (ГТҚ)

Шуни айтиб ўтиш керакки, бу оралиқ қурилмани таянчга нисбатан сурилишида гравитацион қайтарма куч пайдо бўлишини таъминлайди. 70-йиллар охирида шу каби ечимлар З.Г. Хучбаров ва В.П. Чуднецовлар томонидан ҳам таклиф этилган.

Кўприкларни сейсмоҳимоялашнинг замонавий техник ечимлари

2. Сейсмоизоляциялар. Сейсмоҳимояловчи таянч қисмлар.

Хусусан, катта оралиқли йирик кўприклар учун дунёда қуйидаги расмларда кўрсатилган диаметри 2 м ва ундан ортиқ шарли таянч қисмлар ишлаб чиқарилади. Сан-Францискодаги «Бениция-Мартиненз» кўприги (20-расм) ва Францияни А75 автострадасидаги Millau виадукининг (21-расм) сейсмоизоляцияловчи шарли таянч қисмларини қўллаш мисоллари келтирилган.

Ҳозирга даврда кўприкларнинг сейсмоизоляцияловчи таянч қисмлари Япония, АҚШ, Янги Зеландия, Италия, Германия, Франция ва бошқа давлатларнинг етакчи фирмалари томонидан ишлаб чиқилади.

Қуйидаги машҳур фирмалар маҳсулоти келтирилган:

1. FIP-Industriale (Италия),
2. ALGA (Италия),
3. Maurer Söhne (Германия),
4. Skiller Up (Янги Зеландия),
5. Стройкомплект-5 (Санкт-Петербург) ва б.



20-расм. Сан-Францискодаги «Бениция-Мартиненз» кўпригининг шарли сейсмоизоляцияловчи таянч қисмлари

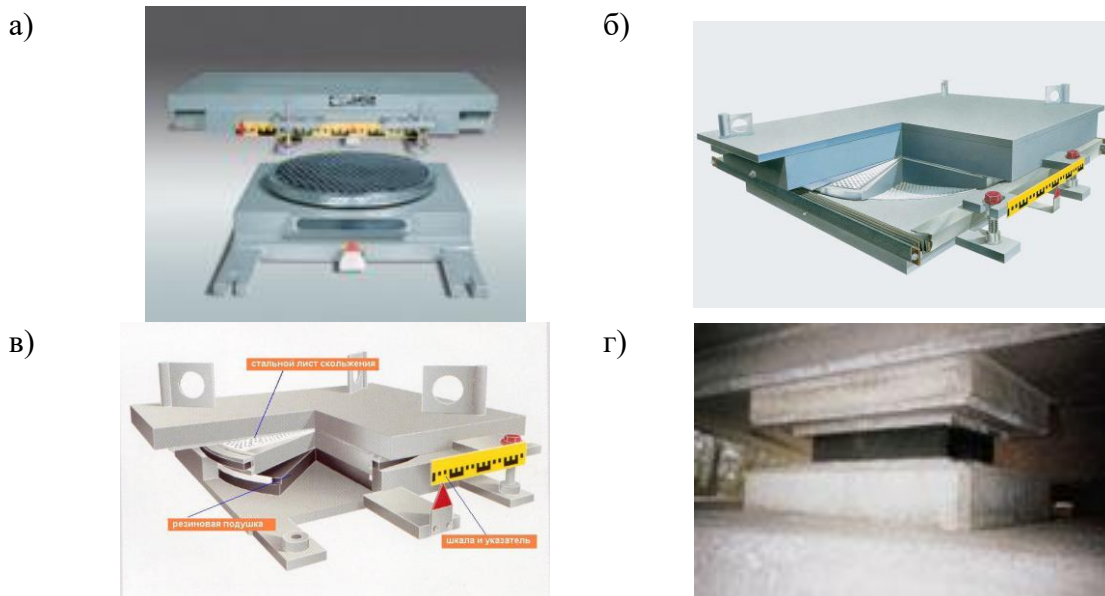


21-расм. Францияни А75 автострадасидаги Millau виадукининг шарли сейсмоизоляцияловчи таянч қисмлари

Сейсмик ҳудудларда транспорт қурилишларини олиб бораётган АҚШ, Япония, Италия ва бошқа ривожланган давлатларда сейсмоизоляция кўприкларнинг зилзилабардошлигини таъминловчи асосий воситаси ҳисобланади.

Хориждаги кўприклар сейсмоизоляцияси тажрибалари ва муаммолари монография [16] да батафсил тавсифлаб берилган, кўприклар учун сейсмоизоляциялаш қурилмаларини лойиҳавий ечимларини меъёрлашнинг ҳозирги вақтдаги ҳолати Дж. Барр маърузасида кўриб чиқилган.

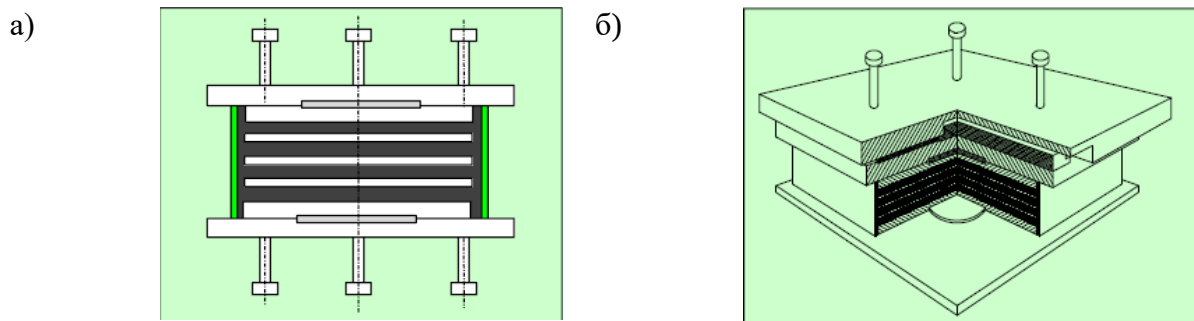
Сурилиш натижасида ҳосил бўладиган сейсмик таъсирлардан кўприк иншоотларини ҳимоя қилиш тизимлари ҳозирги кунда дунё бўйлаб кенг қўлланилмоқда. MAURER SOHNE (Германия) компанияси бундай тизимларни ишлаб чиқиш ва жорий этишда энг машҳур етакчи компания ҳисобланади. 22-расмда MAURER SOHNE фирмасининг айрим сейсмик таянч қисмлари кўрсатилган.



22-расм. MAURER SOHNE фирмасининг сейсмик таянч қисмлари:

**а) сирпанувчи таянч қисмлар; б) сферик таянч қисмлар;
в) стаканли таянч қисмлар; г) эластомерли таянч қисмлар**

MAURER сейсмик изоляторларининг резинали таянч қисмлари В1337-3 Европа меъёрларига мос. Масалан, 23-расмда Словениядаги автомобил йўли Лосика виадукининг MAURER сейсмик таянч қисмини техник ечими кўрсатилган. Виадук Лосика Любляна шаҳри яқинида жойлашган ва MAURER SÖHNE томонидан тақдим этилган кўприклар учун бош ҳимоя тизимининг биринчи намунаси бўлган.



23-расм. Анкер листидаги сейсмик эгилувчан таянч қисмлари:

а) V2S типи; б) VE2S типи

Бундай сейсмик қурилмаларнинг тегишлича танлаб олиниши ва ўлчамларини белгиланиши ҳамда керакли жойни танланиши лойиҳада кўзда тутилган зилзила (ЛЗ) содир бўлганда, кўприк конструкцияларини шикастланишининг олдини олишга имкон яратади.

MAURER SOHNE томонидан тақлиф этилган сейсмик қурилмаларда Лосика виадукининг хусусиятларидан оқилона фойдаланилган (24-расм).

Бу хусусиятлар энг пастки пойдевор кўприк конструкциясининг ўрта қисмида жойлашганлигидан ҳамда четки таянчларни юкланишнинг нисбатан кам ўтказувчанлик қобилиятидан фойдаланишидан иборат.



24-расм. Словениядаги Лосика автомобил йўли виадукки учун сейсмоизоляция

Сейсмоизоляция ва ва сейсмик реакцияларни тартибга солиш усуллари қўллаш 1975 йилдан Италия кўприклари ва виадукларида бошланган. Сейсмоизоляцияли Somplago виадукки Friuli даги (1976 йил) zilзила вақтида ўзини аъло даражада тутганлиги сабабли Италияда кўприк ва виадукларда сейсмоизоляция тизимларидан фойдаланиш ҳоллари кўпайиб кетган. 1990-йиллар бошида 150 дан ортиқ объектлар қурилган. Дастлаб изоляциялаш тизимлари тегишли равишда асосланмасдан ва расмий меъёрларга таянмасдан жорий этилган. Тегишли меъёрлар фақат 1991 йилда ишлаб чиқилган.

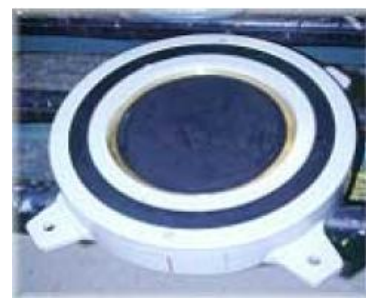
Италияда кўприкларни сейсмоизоляциялаш тизимларини кенг жорий этилишига тегишли ишлаб чиқариш базаларни мавжудлиги сабаб бўлган, хусусан FIP Industriale фирмаси турли профилдаги иншоотлар учун андозавий сейсмоизоляцияланган таянч қисмлар – кўтаришга қаршилик қиладиган (антиподъёмный) таянч қисмлари, эластомерли резинали таянч қисмлари, пўлат демпферли сирпанувчи изоляторлар (тарқатиш элементли), эластик-реакцион таянч қисмлари ва бошқаларни оммавий тарзда ишлаб чиқилишини йўлга қўйган.

FIP Industriale фирмасининг айрим махсус таянч қисмларининг конструкцияси 25-расмда кўрсатилган.

а)



б)



в)



г)



25-расм. FIP Industriale фирмасининг махсус сейсмик таянч қисмлари:

- а) кўтаришга қарши таянч қисмлар; б) эластик таъсир этувчи таянч қисмлар;
в) «шок-трансмиситтерли» таянч қисмлар; г) резинали изоляторлар

3. Кўприклардаги сейсмосўндириш ва демпферлаш қурилмалари

Сейсмосўндириш тизимлари икки гуруҳ ечимларни ўз ичига олади: демпферлар ва тебранишларни динамик сўндиргичлари (ТДС).

Демпферлар сейсмоизоляция ҳамда сейсмосўндиргичлар тизимлари билан биргаликда ўрнатилиши ва тизимнинг бир-бирига нисбатан максимал силжийдиган жойларда жойлаштирилиши керак.

Иншотнинг изоляцияланган қисмларини бир-бирига нисбатан силжишларини камайтириш учун, сейсмоҳимоялаш тизимига махсус демпферлаш қурилмалар киритилади. Уларда қаршилиқ кучлари (қуруқ ва қайишқоқ ишқаланиш кучлари, пластик деформацияланиш кучлари) иши ҳисобига шу кучлар қўйиладиган нуқталарнинг силжишига мутаносиб энергия йўқотилади, айнан шунинг учун демпферлар ўзаро катта силжишларга мойил бўлган конструкция қисмлари орасида ўрнатилади.

Ҳозирги вақтда дунёда кўплаб демпферлаш қурилмалари мавжуд. Ҳозирги пайтда зилзилабардош қурилишда қўлланиладиган демпферлаш қурилмаларни иш тамойилига кўра *гидравлик ва механикларга* ажратиш мумкин.

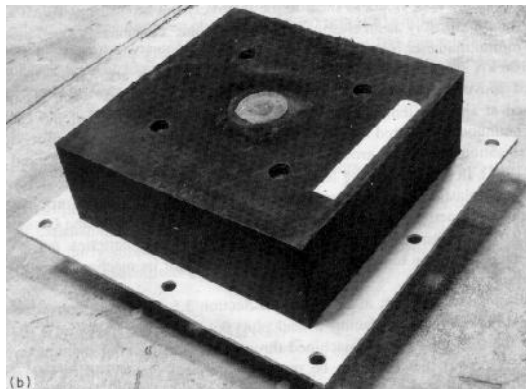
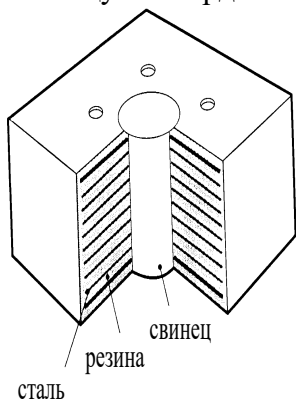
Гидравлик демпферларда энергиянинг тарқалиши тезликка мутаносиб бўлган, босим остида суюқликни ёки қайишқоқ моддани оқиб ўтишига қаршилиқ кўрсатадиган қайишқоқ кучлар ҳисобига рўй беради. Бундай демпферлар нисбатан кичик ўлчамларида катта миқдордаги қайишқоқ қаршилиқ кучларини ҳосил қилинишини таъминлайди, шу билан бирга, аста-секинлик билан ишга тушиб, юқори частотали тебранишларни келтириб чиқармайдилар.

Кўпчилик қурилиш конструкцияларда тебранишлар частотали –мустақил демпферлар - қуруқ ва пластик ишқаланиш демпферлари (КИД) дан фойдаланиш ҳисобига амалга оширилади.

Пластик демпферларда материалнинг деформацияси жараёнида содир бўладиган механик энергияни иссиқлик энергиясига ўтиш эффектидан фойдаланилади. Материалда ички энергияни йўқотишлари нисбатан кам бўлади.

Масалан, металл конструкцияларда критик миқдорнинг 0,03 қисмидан, бетонда эса 0,05 дан ошмайди. Шу билан бирга, кейинги йилларда қатор хорижий фирмалар томонидан юқори ички босимга эга полимер материаллар ва металл қотишмалар таклиф этилади. Бу демпферларни иншоотларнинг сейсмоизоляция тизимларида қўллаш имконини беради.

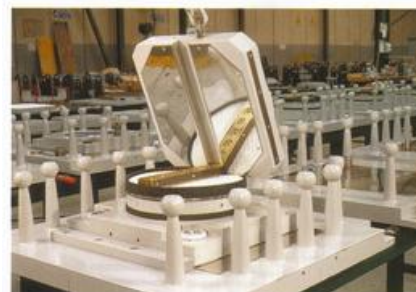
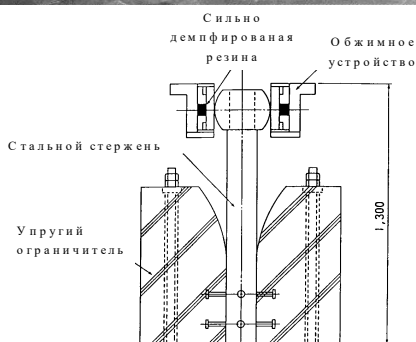
26-расмда 1975 йилда В. Робинсон таклиф этган резина металл таянч билан бирлаштирилган қўлам сердечник кўринишидаги пластик демпфер кўрсатилган.



26-расм. Қўлам сердечникли резинаметалл таянчлар

Техник адабиётларда [3] турли демпферлаш қурилмаларнинг батафил баёни берилган. 27-расмда эса машҳур фирмаларни айрим демпферлари мисол тариқасида келтирилган.

Ҳозирги пайтда бундай таянчлар энг кўп тарқалган. Ушбу таянчларни ҳисоблаш, ишлаб чиқиш ва тестлаш бўйича жуда кўп хорижий адабиётлар мавжуд. Янги Зеландиядаги сейсмоизоляцияланган кўприкларнинг 90% дан ортиғи қўлам сердечникли резина металл таянчлар билан қурилган. АҚШ, Японияда ҳам кўплаб бино ва иншоотлар қурилишида бундай таянчлардан фойдаланилган



► Tuy Medio-Caracas railway (Venezuela) - 3,000 kN to 25,000 kN steel hysteretic seismic isolators.

27-расм. Зилзилабардош қурилишда қўлланиладиган демпферлар

28-расмда Ёпишқоқ демпферларни Мегалорема (Греция) даги виадукда қўлланилишининг амалдаги мисоли келтирилган.



28-расм. Мегалорема (Греция) даги ёпишқоқ демпферли виадук

5. Тебранишларни динамик сўндиргичлари

ТДС лар ҳозирги вақтда конструкцияларни динамик, шу жумладан сейсмик таъсирлардан ҳимоя қилишда анча кенг қўлланмоқда. Тебранишларни динамик сўндиргичи деб, ҳимояланаётган конструкцияда тебранишлар даражасини камайтирадиган ҳамда ўзида инерция кучи ҳосил бўладиган қурилмага айтилади.

Одатда ТДС конструкциясини биринчи бўлиб 1909 йилда патентлаган немис механиги Фрам кашф этган деб ҳисобланади. Унинг номи кемалар чайқалишини

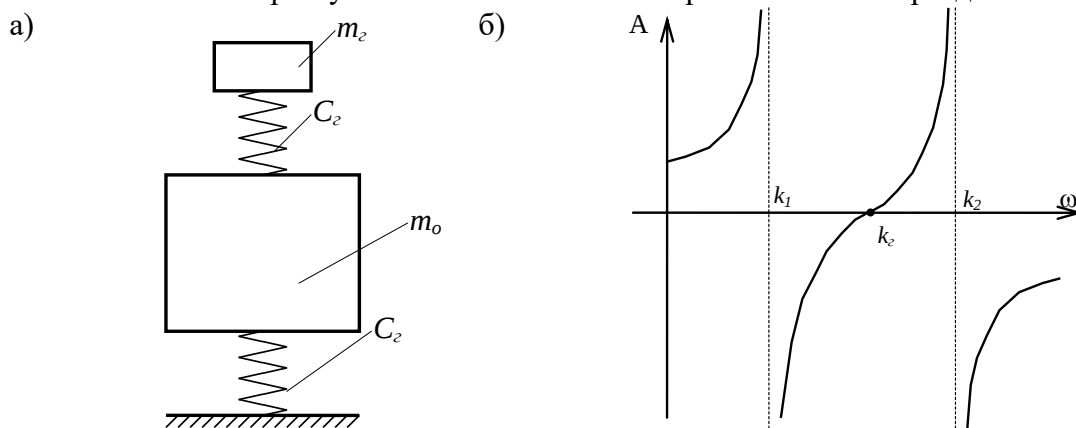
тинчлантирувчи цистерналарга ҳам берилган. Аммо кемалар чайқалишини камайтирувчи сўндиргичлардан фойдаланиш ҳақидаги дастлабки маълумот [17] да кўрсатилган.

Агар тебранаётган объектга эластик боғланиш орқали қўшимча масса қўшилса (29, а-расм), асосий масса ҳаракатини тўлиқ тўхтатишга эришиш мумкин. Бунинг учун сўндиргич тебранишларини парциал частотаси $k_z = \sqrt{\frac{C_z}{m_z}}$ қўзғатувчи куч частотасига тенг бўлиши керак.

Бундай самара 29, б-расмда ифодаланган, бунда абсцисса ўқида қўзғатувчи частота ω , ордината ўқида эса бош масса А тебранишларининг амплитудаси берилган. Ордината ўқида бундан ташқари тизимнинг ўз тебранишлари частоталари k_1 ва k_2 билан сўндиргич тебранишларининг парциал частотаси k_z ҳам кўрсатилади.

Сейсмоизоляциялаш тизимлари билан биргаликда ТДС лар Қозоғистон, Украина ва Қирғизистонда фойдаланиш таклиф этилган. Бу тадқиқотларда ТДС сифатида ҳимояланаётган конструкция билан эластик боғланиш орқали уланган унча катта бўлмаган масса кўрилар эди.

XX аср бошларида ўтказилган дастлабки тадқиқотларда қўзғатувчи куч частотасига тўғриланадиган демпферланмаган ТДС кўрилар эди. Демпферлашни киритиш ТДС нинг самарали иши частоталари йўналишини анча кенгайтириш имконини яратди.



29–расм. ТДС ларнинг принципиал схемаси – (а) ва ТДС ли тизимнинг бош массасининг АЧХси – (б)

Адабиётларда ҳимояланадиган тизимни оддий ҳисоблаш схемаларидан фойдаланиб, чизғий ТДС нинг самарадорлигини баҳолашда параметрларни оптимизациялаш масалаларига катта эътибор қаратилган.

Тадқиқотларнинг бу йўналишига асос бўлиб Ден-Гартаг, Брюк ва бошқа муаллифлар томонидан гармоник таъсирнинг ностабил частотасида бош массанинг максимал сурилишини минимал миқдори шартдан келиб чиқиб олинган ёпишқоқ ишқаланишли ТДС ларни оптималлаштиришнинг анъанавий натижалари хизмат қилади.

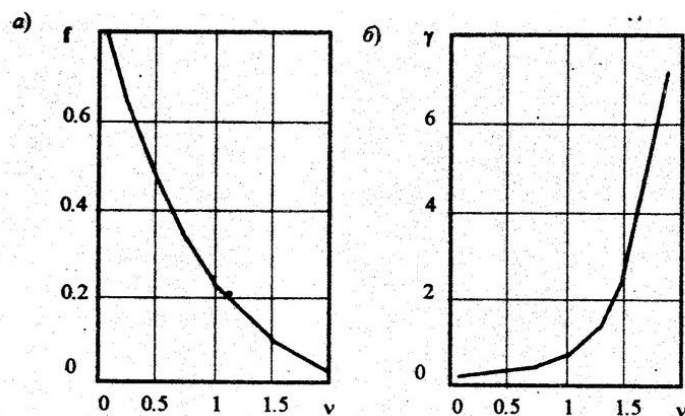
Адабиётларда [17] катта ва кичик массали тебранишларни динамик сўндиргичларининг иши кўриб чиқилган.

$$f = 1 / \sqrt{(1 + \nu)} ; \quad \mu = \omega \sqrt{\nu / (1 + \nu)} , \quad (11)$$

бунда f – ТДС ни созлаш; ν – ТДС массаларини иншоот массасига нисбати;

μ – ТДС нинг ёпишқоқ ишқаланиш коэффиценти; ω – иншоот ўз тебранишлари частотаси.

Зилзилабардош қурилиш учун келажаги ёрқинроқ катта массага эга ТДС га келсак, тегишли тавсиялар [15] да берилган. 30-расмда сўндиргичнинг нисбий массаси $\nu = m_z / m_0$ га кўра ТДС ни созлаш боғланишлари графиклари келтирилган.

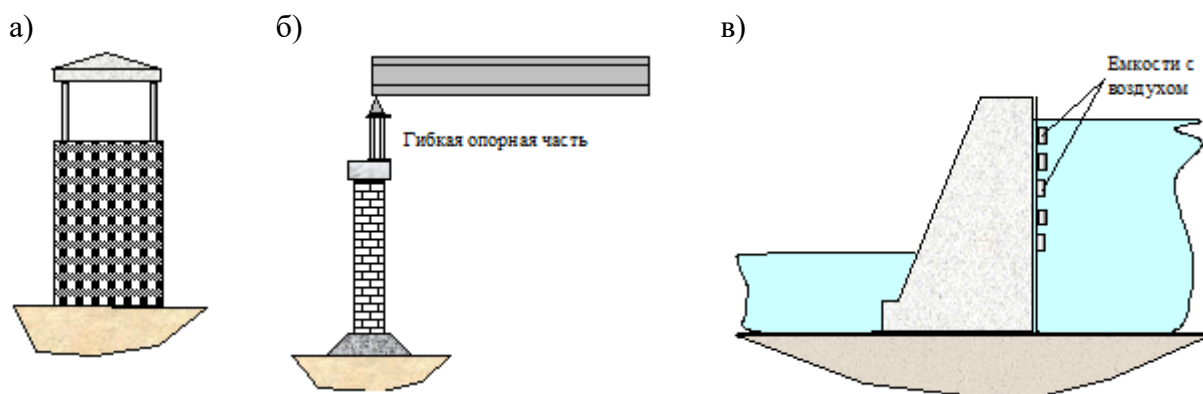


30–расм. ТДС созлашни частота бўйича– (а), демпферлаш бўйича – б), унинг нисбий массаси ν бўйича боғлиқлиги

$\nu > \nu_{пр} \approx 2$ бўлганда, сўндириш эффекти йўқ бўлади ва ТДС механикадан ҳаммага маълум бўлган Ланчестер демпферига ўтади.

Агар техник жиҳатдан ТДС ни амалга жорий этишга эришилса, унинг самарадорлиги сейсмоизоляция самарадорлигидан 2-4 баробар каттароқ бўлади. Ҳозирги вақтда зилзилабардош қурилишда ТДС ни амалда жорий этилиши сўндирувчи масса сифатида иншоотнинг бир қисми хизмат қиладиган ҳолларда кузатилади. Бундай сўндиргичларга мисоллар 31-расмда келтирилган.

ТДС нинг белгиланган массасидаги созлаш ва демпферлаш ҳисобланган энг мақбул параметрларни танлаш ТДС назариясининг муҳим масаласидир. 31-расмда юқори қавати эгилувчан бино кўрсатилган.



31–расм. Катта массали ТДС лардан фойдаланиш мисоллари:
а – юқори қавати эгилувчан бино; б – кўприк таянчи; в – Миатлон ГЭСи тўғони

Юқори қават сўндирувчи масса сифатида бўлиб, юқори қават ва бино орасида эластик боғланиш ҳосил бўлади. Бундай ечим биринчи мартаба 1976 йилда А.И. Цейтлин томонидан таклиф этилган.

Дунё бўйлаб махсус ҳимоялаш воситаларига эга кўплаб кўприклар қурилган, қурилаётган масала бўйича эса ўнлаб ўзига хос ажойиб ечимлар мавжуд.

Шуни айтиш керакки, адабиётларда келтириладиган спектрал эгри чизикларни қўллаб спектрал усулларида бажариладиган ҳисоблашлар ҳамда зилзилалар акселограммалари бўйича бажариладиган динамик ҳисоблашлар сейсмоҳимояловчи қурилма ва таянч қисмларига эга таянчлар ва оралиқ қурилмаларнинг ўзаро динамик таъсирини тўлиқ ҳисобга олмайди. Шунинг учун сейсмоҳимояловчи таянч қисмлари параметрларини созлаш масаласи ўта муҳим ўрин эгаллайди.

1. Кўприкларни зилзилабардошлиги учун замонавий техник ечимлар.
2. Сейсмоизоляция.
3. Кўприклардаги сейсмосўндириш ва демпферлаш қурилмалари.
4. Тебранишларни динамик сўндиргичлари

Асосий дарсликлар ва ўқув қўлланмалар

34. Уздин А.М., Сандович Т.А., Аль-Насер-Мохомад Самих Амин. Основы теории сейсмостойкости и сейсмостойкого строительства зданий и сооружений. – С.Петербург: Изд-во ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева, 1993. – с. 176.
35. Лившиц Я.Д., Онищенко М.М., Шкуратовский А.А. Примеры расчёта железобетонных мостов. Киев., Вица школа, 1986. – 287 с.
36. Красин Н.А. Проектирование мостов, тоннелей и метрополитенов. Расчет оснований и прочности фундаментов глубокого заложения промежуточных опор мостов на сейсмостойкость. Учебное пособие. –Ташкент: Таш ИИТ, 2005 г.
37. Красин Н.А. Сейсмостойкость транспортных искусственных сооружений. Часть 1, 2 и 3. Учебное пособие для магистров строительного профиля. ТашИИТ, 2005.
38. Красин Н.А. Проектирование мостов, тоннелей и метрополитенов. Проектирование и расчет мостов на сейсмостойкость в различных странах. Учебное пособие. – Ташкент: Таш ИИТ, 2005 г.
39. Гибшман М.Е. Проектирование транспортных сооружений. М., Транспорт, 1980. - 311 с.
40. Шестоперов Г.С. Конструкции антисейсмических устройств мостов – М.: ЦНИИС, 2000.-63с.
41. ҚМҚ 2.05.03-97. Кўприклар ва қувурлар. – Тошкент: ЎзР Давархитектқурилишқўм, 2002. – 452б.
42. ҚМҚ 2.01.03.-96. Сейсмик ҳудудларда қурилиш / ЎзР Давархитектқурилишқўм. – Тошкент, 1996. – 65 б.
43. www.maurer-soehne.ru
44. www.fip-group.it

МАЪРУЗА 9. КўПРИКЛАРНИ КўПБОСҚИЧЛИ ЛОЙИҲАЛАШНИНГ АСОСИЙ ТАМОЙИЛЛАРИ

Маъруза режаси

1. Кўприкларни кўпбосқичли лойиҳалашнинг асосий тамойиллари.
2. Икки поғонали лойиҳалаш.
3. Кўпбоқичли лойиҳалаш.

Таянч иборалар:

Кўприк, зилзила, сейсмоизоляция, сейсмосўндириш, икки поғонали лойиҳалаш, кўпбосқичли лойиҳалашг усуллари, лойиҳалаш тамойиллари, таянч, пойдевор, сейсмик шикастланиш, таянч қисмлари.

1. Кўприкларни кўп поғонали лойиҳалашнинг асосий тамойиллари

2. Икки поғонали лойиҳалаш

Ҳозирги вақтда дунё амалиётидаги зилзилабардош қурилишда зилзилабардош конструкцияларни кўп поғонали лойиҳалаш усулига ёндошилмоқда. Бунда ҳар бир қабул қилинган чегаравий ҳолатлар учун иншоот сейсмик таъсирнинг бир неча поғоналарига ҳисобланади. 1994 йили Калифорнияда, 1996 йили Кобада (Япония) ва 1999 йили Тайванда содир бўлган ҳалокатли зилзилалардан кейин кўплаб кўприклар шикастланди, бундай ёндошув Еврокодда қабул қилиниб, 2004 йили Дж. Барр томонидан тақдим этилган. Еврокоднинг тавсияларига кўра таъсирларнинг камида икки поғонасини ва нормал фойдаланиш имкониятларини издан чиқиши (serviceability limit state или SLS) ва конструкцияни қулаши (ultimate limit state или ULS) каби икки чегаравий ҳолатлар кўриб чиқилади.

Россияда қўлланиладиган йўриқномалар ишлаб чиқилганига 30 йилдан ортиқ вақт ўтган. Ўзбекистон меъёрлари Россия меъёрларига асослангани учун, махсус техник йўриқномаларни тузганда хорижий тавсияларга таяниш керак бўлади. Хорижнинг тегишли ҳужжатларини, кўп сонли кўрсатмаларини ва уларга берилган шарҳларни ўрганиш, уларни Россиянинг тегишли ҳужжатлари билан солиштириш натижасида Россиянинг меъёрий ҳужжатлари етарли даражада транспорт иншоотларини ҳисоблаш ва лойиҳалаш соҳасидаги илм-фаннинг ҳозирги замон даражасига мос келмаслигига яна бир бор ишонч ҳосил қилиш мумкин.

Ҳозирги вақтда Россияда СНИП II-7-81* га асосланган зилзилабардош қурилишга доир янги СНИП 22-03-2009 меъёрлар муҳокама қилинди. СНИП 22-03-2009 да турли иншоотларни сейсмик таъсирларни эътиборга олиб ҳисоблашда икки ҳисобий тафсилотларни – лойиҳавий зилзила (ЛЗ) ва максимал ҳисобий зилзила (МХЗ) ларни олиш тавсия этилади.

Икки поғонали лойиҳалашларда муҳандис 200-500 йилда бир марта қайтариладиган лойиҳавий зилзилалар (ЛЗ) билан, ҳамда 2000-5000 йилда қайтариладиган максимал ҳисобий зилзила (МХЗ) лар билан ишлайди.

ЛЗ таъсирида иншоотлар эксплуатация хусусиятларини йўқотмаслиги, МХЗ да эса инсонлар ҳаётини ҳамда қимматбаҳо конструкциялар ва жиҳозларни сақланиб қолишини таъминлаш керак.

“Кучли” ва “кучсиз” зилзила деган тушунчанинг ўзини шартли равишда тушуниш лозим – агар иншоот 7 балли зилзилага мўлжалланган бўлмаса, бундай зилзила содир бўлганда у бузилиб кетиши мумкин, яъни бундай иншоот учун уни яроқсиз ҳолатга келтирадиган ҳамма зилзилалар “кучли” бўлади. Шунинг учун ҳисобий зилзила (I ҳисоб) тушунчасидан, яъни иншоот амалда ҳисобланган зилзила тушунчасидан фойдаланиш тўғрироқ бўлади.

3. Кўп поғонали лойиҳалаш

Кўп поғонали ёндошув сеймик таъсирнинг бир нечта ҳисоблаш поғоналарини ҳамда уларга мос чегаравий ҳолатларни назарда тутати. Бунда ҳисоблашлар аниқ физик моҳиятга эга бўлади ва иншоот учун то бузилишигача олиб борадиган шикастларни тўпланишининг сценарийси тузилади.

Афсуски, янги меъёрларда транспорт иншоотлари, шу жумладан кўприкларнинг зилзилабардошлигига доир бўлим қайта ишлаб чиқилмаган.

Шунинг учун кўприклар учун икки поғонали ёндошув қўшимча тавсияларни талаб этади.

Адабиётларда кўприкларни зилзилалар таъсирини эътиборга олиб кўп поғонали лойиҳалашнинг асосий тамойиллари ҳақида маълумотлар жуда кам.

Шу мавзуга доир Фардис, О.А. Сахаров, А.М. Уздин, И.О. Кузнецова, Е.Н. Беллендир, А.Н. Бирбраер ва бошқаларнинг ишлари мавжуд. Масалан, Туркменистонда

фойдаланилаётган кўприкларни ҳисоблаш меъёрларида кўп поғонали ҳисоблаш усули қўлланилади.

Кўприкларни лойиҳалаш масаласида кўп поғонали ёндошувдан фойдаланиш – вақтинча юкланишларни мавжудлиги, масъулият даражаси, кўприкларни сейсмоизоляцияси ва сейсмик сўндиришларнинг ўзига хослиги каби кўприкларнинг сейсмик тебранишларини ўзига хос характери эътиборга олиш имконини беради.

Кўриб чиқиладиган соҳада шу даражада орқада қолиб кетилдики, ҳозирги кунда ҳам Россияда металл оралик қурилмалар кам қаватли ғиштли яшаш бинолари учун қурилган динамиклик эгри чизигини қўллаган ҳолда ҳисобланади. И.О. Кузнецованинг мақоласида кўприкларни кўп поғонали лойиҳалаш масалалари батафсил кўриб чиқилган.

Кўрсатилган муаммоларни бартараф этиш учун қуйидаги масалаларни ҳал этиш зарур:

- кўприклар тебранишларининг асосий специфик ўзига хосликларини аниқлаш ва таҳлил қилиш;
- ҳисобий таъсир миқдорини белгилаш;
- уйғунлик коэффициентларини баҳолаш;
- ҳисобий схемасини бериш;
- чегаравий ҳолатлар усулини ривожлантириш, ҳисобий таъсир даражалари ва иншоотнинг қутилаётган чегаравий ҳолатлари орасидаги мосликни аниқлаш;
- кўприкларни сейсмик ҳимоялаш тизимларини лойиҳалаш ва ҳисоблашга доир техник ечимлар ва тақлифларни ишлаб чиқиш.

Фуқаро иншоотларидан фарқли ўлароқ кўприклар учун нафақат асосий кўтариб турувчи конструкцияларнинг мустаҳкамлиги ва турғунлиги масалалари, балки йўл устки қурилмаси (ЙУК) нинг иш қобилияти, ҳаракатдаги состав турғунлигини таъминлаш, таянч қисмлари юришини чегаралаш ва бошқа ўзига хос масалалар ҳам муҳим ўрин эгаллайди.

Ушбу масалалар илмий адабиётларда кам ёритилган ва меъёрлар билан аниқ белгиланмаган. Кўриниб турибдики, энг муҳим масалалардан бири бўлган таянчлардан оралик қурилмаларни қулаб кетиши масаласи кўприкларни ҳисоблаш меъёрларида умуман эътиборга олинмаган. Кўприкларни ҳосил бўлиши мумкин бўлган барча чегаравий ҳолатларини кўриб чиқиш, уларни келиб чиқиш сабабларини аниқлаш ва аниқланган чегаравий ҳолатларни вужудга келиш шароитларини расмийлаштириш зарур.

Ҳозирги вақтда Ватанимизда ҳамда хорижда ишлаб чиқилган сейсмоҳимояловчи қурилмалар бўйича кўплаб тақлифлар мавжуд.

Қарор самараси паст бўлган анъанавий кучайтириш усулларида фойдаланишга ёки кенг реклама қилинаётган сейсмоҳимоялаш воситаларига асосланган ҳолда қабул қилинади.

Бунда сейсмоҳимоялаш таянч қисмлари оптимизацияланмайди, махсус ҳимоя тизимлар қўлланганда эса улар умуман ҳисобланмайди. Хорижий фирмалар ишини ҳар томонлама таҳлил қилмасдан ўз қурилмаларини реклама қиладилар, бу эса масаланинг мақбул ечимини танлашни мушкуллаштиради.

Тақлиф этиладиган сейсмоҳимоялаш воситаларини ва уларнинг имкониятларини комплекс таҳлили ҳозирги вақтгача мавжуд эмас.

Шунинг учун кўприкларнинг сейсмоҳимоялаш таянч қисмларини ҳисоблаш ҳамда таҳлил қилиш масалалари ўта жиддий ҳисобланади. Юқорида айтиб ўтилганлардан қуйидаги хулосага келиш мумкин:

- ўта аҳамиятли иншоотлар ҳисобланган кўприкларни кўп поғонали лойиҳалашга ўтиш масалалари ҳозирги вақтгача лойиҳаловчилар учун зарур бўлган даражагача ривожлантирилмаган;
- кўрсатилган тадқиқотлар мажмуасини бажарилиши сейсмик ҳудудлаштириш хариталарни ҳисобга олиб кўприкларни кўп поғонали лойиҳалаш усулларига ўтишга имкон яратиши керак.

Лойиҳалашнинг вазифаси тўсинли кўприклар зилзилабардошлигини таъминлаш учун сейсмоҳимояловчи таянч қисмларни тўғри танлаб, тўғри жойлаштиришдан иборат.

Назорат саволлари

1. Кўприкларни кўпбосқичли лойиҳалашнинг асосий тамойилларига таъриф беринг?
2. Икки поғонали лойиҳалаш асосларини айтинг?
3. Кўпбоқичли лойиҳалаш ҳақида маълумот беринг?

Асосий дарсликлар ва ўқув қўлланмалар

45. Красин Н.А. Проектирование мостов, тоннелей и метрополитенов. Расчет оснований и прочности фундаментов глубокого заложения промежуточных опор мостов на сейсмостойкость. Учебное пособие. –Ташкент: Таш ИИТ, 2005 г.
46. Bridge Engineering Handbook, Second Edition: Seismic Design. Edited by Wai-Fah Chen and Lian Duan. © 2014 by Taylor & Francis Group, LLC CRC Press is an imprint of Taylor & Francis Group, an Informa business. International Standard Book Number-13: 978-1-4398-5232-3 (eBook - PDF). -722 pp.
47. Шестопёров Г.С. Сейсмостойкость мостов. - М.: Транспорт, 1984. -143с.
48. Лившиц Я.Д., Онищенко М.М., Шкуратовский А.А. Примеры расчёта железобетонных мостов. Киев., Вища школа, 1986. – 287 с.
49. Красин Н.А. Сейсмостойкость транспортных искусственных сооружений. Часть 1, 2 и 3. Учебное пособие для магистров строительного профиля. ТашИИТ, 2005.
50. Красин Н.А. Проектирование мостов, тоннелей и метрополитенов. Проектирование и расчет мостов на сейсмостойкость в различных странах. Учебное пособие. – Ташкент: Таш ИИТ, 2005 г.
51. Гибшман М.Е. Проектирование транспортных сооружений. М., Транспорт, 1980. - 311 с.
52. Шестоперов Г.С. Конструкции антисейсмических устройств мостов – М.: ЦНИИС, 2000.-63с.
53. ҚМҚ 2.05.03-97. Кўприклар ва қувурлар. – Тошкент: ЎзР Давархитектқурилишқўм, 2002. – 452б.
54. ҚМҚ 2.01.03.-96. Сейсмик ҳудудларда қурилиш / ЎзР Давархитектқурилишқўм. – Тошкент, 1996. – 65 б.
55. www.maurer-soehne.ru
56. www.maurer-soehne.com
57. www.fip-group.it

МАЪРУЗА 10.

КЎПРИК ЎРТА ТАЯНЧЛАРИНИ САЁЗ ЖОЙЛАШГАН ПОЙДЕВОРЛАРИНИ ЗИЛЗИЛАБАРДОШЛИККА ҲИСОБЛАШ

Маъруза режаси

1. Кўприк ўрта таянчларини саёз жойлашган пойдеворларини зилзилабардошликка ҳисоблаш.
2. Юклар ва таъсирлар.
3. Ўрта таянчларнинг динамик ҳисобий схемаларини тузиш.

Таянч иборалар:

Кўприк, зилзила, сейсмоизоляция, саёз жойлашган пойдевор, ўрта таянч, юклар ва таъсирлар, динамик ҳисобий схема.

1. Кўприк оралик таянчларининг саёз жойлашган пойдеворли асосларини зилзилабардошликка ҳиоблаш

2. Юкланишлар ва таъсирлар

Йўл ўтказгич таянчлари пойдеворининг зилзилабардошлигини баҳолаш учун табиий асосдаги пойдевор таги текислигида сейсмик кучланишлар ҳамда вақтинча ва доимий юклардан (эгувчи моментлари, горизонтал ва вертикал кучлар) тушадиган кучланишларни аниқлаш зарур.

Йўл ўтказгич ўқ чизиғи ва кўндаланг йўналиш бўйича таъсир этадиган сейсмик юкланишларни алоҳида-алоҳида ҳисобга олиш керак. Қуйида тўсинли йўл ўтказгич ўқи бўйлаб йўналган сейсмик юкланишни аниқлаш усули келтирилган.

Йўл ўтказгич ўқи бўйича таъсир этувчи сейсмик юкланишни аниқлашда ҳаракатдаги темир йўл таркиби массаси ҳисобга олинмайди.

Темир йўл кўприкларини ҳисоблашда сейсмик юкланишлар транспортерлардан ҳамда ҳаракатдаги темир йўл таркибини урилишларидан тушадиган юкланишлар билан биргаликда ҳисобга олинмайди.

Доимий меъёрий юкланишлар ва таъсирлар ҳаракатдаги таркибнинг меъёрий юкланишлари, ҳамда юкланишлар ва таъсирлар бўйича ишончлилик коэффицентлари [2] дан олинади. Кўприклар ва йўлўтказгичларни сейсмик таъсирни эътиборга олиб ҳисоблашда ҳаракатдаги темир йўл таркибидан тушадиган вертикал юкланишни, кўприк (йўл ўтказгич) даги фақат битта изни юклаган ҳолда, жамланган юкланиш $\Sigma C I_4$ кўринишида ҳисобга олинади. Ҳаракатдаги таркибдан тушадиган юкланишга бериладиган динамик коэффицент бирга тенг деб олинади.

Темир йўл кўприклари (йўл ўтказгичлар) ни сейсмик таъсирни эътиборга олиб ҳисоблашда мослик коэффицентлари η ни қуйидагиларга тенглаб олинади: доимий юкланишлар ва таъсирлар, ўзгармас юкланишлар билан, ҳамда ҳаракатланувчи таянч қисмлардаги доимий юкланишлар натижасида ҳосил бўладиган ишқаланишлар таъсири билан бирга эътиборга олинadиган сейсмик юкланишлар учун - 1; темир ва автомобил йўллари ҳаракатдаги таркибидан тушадиган юкланишлар таъсири билан бирга ҳисобга олинadиган сейсмик юкланишлар учун – 0,8; темир йўллар ҳаракатдаги таркибидан тушадиган юкланишлар учун – 0,7.

3. Саёз жойлашган пойдеворлардаги оралик таянчларнинг динамик ҳисоблаш схемалари

Кўприк (йўл ўтказгич) секциясининг динамик ҳисоблаш схемаси баландлиги 20 м гача бўлган кўприклар таянчлари ҳамда баландлиги 10 м гача бўлган виадуклар таянчлари учун қўлланиладиган 4-5 та юкга эга ўзгарувчан кесимли қайишқоқ консол стержени кўринишида қабул қилинади (32, б-расм).

Кўп сонли эркинлик босқичларига эга таянчларни ҳисоблаш мураккаб бўлиб, ЭҲМ дан фойдаланишни талаб этади. Ҳисоблашда ҳисобга олинadиган ўз тебранишлар шакллари сони, агар биринчи (энг паст) тоннинг ўз тебранишлари даври $T_1 > 0,4$ сек бўлса – учтадан ортиқ шаклни, ва, агар $T_1 \leq 0,4$ сек бўлса – фақат биринчи шаклни қабул қилиш тавсия этилади.

Бир қатор ҳолларда соддалаштирилган схемалар бўйича ҳисоблаш нисбатан аниқ схемалар бўйича ҳисоблашдан деярли фарқ қилмайди. Масалан, оралик қурилмалари катта бўлмаган тўсинли кўприклар (йўл ўтказгичлар) ни сейсмик юкланишларга ҳисоблашда кўпинча тақрибий схемалардан фойдаланилади. Таянчларни унча катта бўлмаган баландлигини ҳисобга олиб, ҳисоблашларда ўз тебранишларнинг фақат биринчи шакли билан чегараланади.

Таянчнинг ҳисобий схемаси кўприк ёки йўл ўтказгич текислигида тебранувчи вазнсиз қайишқоқ стержен кўринишида қабул қилинади (32, в-, 33-расм).

ҚМҚ 2.01.07–96 га кўра сейсмик юкланишни аниқлашда кўприк (йўл ўтказгич) конструкцияси ва асосининг қайишқоқ деформацияларини ҳисобга олиш зарур.

Кичик оралиқли кўприк (йўл ўтказгич) ларни ҳисоблашда ҳаракатчан таянч қисмларида ишқаланиш кучлари катта бўлади ва тебраниш жараёнида йўқ бўлмайди. Таянч қисмлари туридан қатъий назар ҳар бир таянчга унга таянган иккала оралиқ қурилма таъсир этади деб ҳисобланади. Шунинг учун ҳисоблаш схемасининг юқорисида бир жойга жамланган кучга таянчга таянадиган иккала оралиқ қурилмалари вазнининг ярмилари қўшилади.

Одатда кичик оралиқ ва бақувват таянчларга эга кўприк ва йўл ўтказгичларнинг бўйлама тебранишлари (асосий тонлиги) даври $T_1 < 0,4$ сек га тенг бўлади.

Шундай қилиб, кичик оралиқли кўприк ва йўл ўтказгичларни ҳисоблашда кўп ҳолларда ўз тебраниш ва шакллари катта аниқлик билан топиш талаб этилмайди. Бу ҳисоблаш жараёнини жуда ҳам осонлаштиради.

Қуйида таклиф этилган кўприк ва йўл ўтказгичлар таянчларини сейсмик таъсирга ҳисоблаш услуби таянч конструкциясининг қайишқоқ деформацияларини, грунт бўйлаб пойдеворни силжиши ва уни асосда қайишқоқ буралишини ҳисобга олади. Таянчни пойдевори билан массасини, унга қўшилган таянчга таянадиган оралиқ қурилмалар массасини жамланган массага алмаштирилади.

Битта эркинлик даражасига эга тизимнинг ўз тебранишлари даврини қуйидаги формуладан аниқлаш мумкин:

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{Q_{k,red} \delta}{g}}, \quad (12)$$

бу ерда δ – ягона бир куч келтириб чиқарган юк $Q_{k,red}$ нинг жами силжишлари (32- ва 33-расмлар).

$$\delta = \delta^1_{kk} + \delta^{11}_{kk} + \delta^{111}_{kk},$$

бу ерда $g=9,8 \text{ м/с}^2$ – эркин тушиш тезланиши.

Битта эркинлик даражали тизим учун тегишлича қайишқоқ силжиш δ'_{kk} таянч пойдевор тагидаги бурилиши δ''_{kk} ҳамда таянч конструкциясининг қайишқоқ деформацияси δ'''_{kk} дан келиб чиқадиган якка силжишларни қуйидаги формулалардан топилади (33–расм):

$$\delta'_{kk} = \frac{1}{C_x A_f}; \quad (13)$$

$$\delta''_{kk} = \frac{X_k^2}{C_\varphi J_f}; \quad (14)$$

$$\delta'''_{kk} = \frac{X_k^3}{3E_0 J_0}, \quad (15)$$

бу ерда A_f – таянч пойдевори тагининг майдони;

J_f – тебраниш текислигига перпендикуляр ўққа нисбатан таянч пойдевори тагининг инерция моменти;

J_0 – шунинг ўзи, таянч танасига оид;

E_0 – таянч бетонининг қайишқоқлик модули;

X_k – пойдевор тагидан $Q_{k,red}$ юкнинг келтирилган оғирлик марказига масофа (32-ва 33-расм).

$$X_k = \frac{\sum m_i x_i}{m} = \frac{\sum N_i X_i}{N}. \quad (16)$$

Тажриба маълумотлари бўлмаган ҳолларда асосни қайишқоқ силжишининг мутаносиблик коэффициентлари C_x ҳамда асоснинг қайишқоқ нотекис сиқилишини мутаносиблик коэффициентлари C_ϕ қуйидагиларга тенглаб олинади:

$$C_x = 0,7 C_z; \quad (17)$$

$$C_\phi = K_c C_z, \quad (18)$$

бу ерда C_z – асосни текис сиқилишида мутаносиблик коэффициенти.

2-жадвал

Коэффициент K_c ни пойдеворнинг катта ва кичик ўлчамлари нисбати a/b га боғлиқлиги

a/b	1	2	4	6	8	10
K_c	2,5	3,15	3,85	4,4	4,65	4,85

Грунтни текис сиқилишида мутаносиблик коэффициенти 3-жадвалдан олиниши мумкин.

3-жадвал

Грунтнинг текис сиқилишининг мутаносиблик коэффициентлари C_z

$R, \text{кПа}$	100	200	300	400	500
$C_z, \text{кН/м}^3$	20000	40000	50000	60000	70000

3-жадвалда келтирилган грунтнинг ўқ бўйича сиқилишга ҳисобий қаршилиги формула бўйича ҳисобланади:

$$R = 1,7 \{ R_0 [1 + K_1 (b - 2)] + K_2 \gamma (d - 3) \},$$

бу ерда R_0 – грунтни шартли қаршилиги, кПа;

b – пойдевор тагининг кенглиги (кичик томони ёки диаметри), м; 6 м дан ортик кенгликда $b=6$ м деб қабул қилинади;

d – пойдевор чуқурлиги, м;

γ – пойдевор остидан тепароқда жойлашган грунтнинг солиштирма оғирлигини қатламлар бўйича сув заррачаларни муаллақ ушлаш хусусиятини ҳисобга олмасдан топилган ҳисобий миқдори $\gamma=19,62 \text{ кН/м}^3$ га тенглаштириб олиниши керак;

K_1, K_2 – коэффициентлар.

Кўп ҳолларда қоя тошли асос жуда қаттиқ бўлади ва унинг деформациялари катта бўлмайди. Шунинг учун пойдевор таги ҳисобий қаршилиги 500 кПа дан кўпроқ қилиб ўрнатилганда, пойдеворнинг асосда силжиши ва буралишини ҳисобга олинмасликка рухсат этилади.

Тажрибавий маълумотлар бўлмаган ҳолларда, $C_z, \text{кН/м}^3$ қийматини тагининг майдони $A_f=200 \text{ м}^2$ дан катта бўлмаган пойдеворлар учун қуйидаги формула бўйича ҳам аниқлаш мумкин:

$$C_z = b_0 E (1 + \sqrt{A_0 / A_f}),$$

бу ерда b_0 – кумлар учун 1, супес ва кумоқ тупроқлар учун 1.2, лой ва йирик блокли грунтлар учун 1.5 га тенглаб олинadиган коэффициент, м^{-1} ;

E – ҚМҚ 2.02.01-97 талабларига кўра аниқланадиган грунтнинг –деформация модули, кПа;

A_f – пойдевор таги майдони, м²; $A_0 = 10$ м².

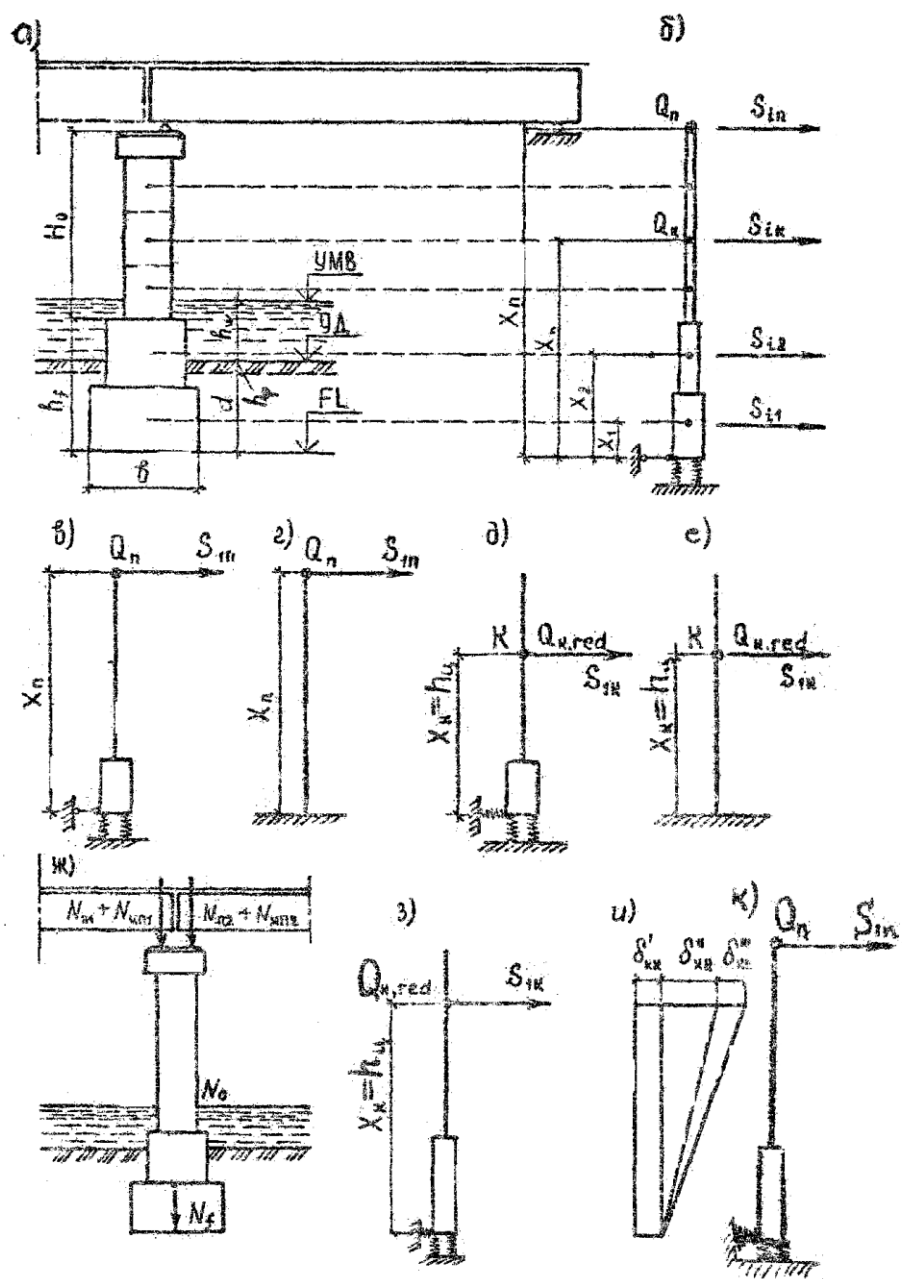
Таглик майдони $A_f > 200$ м² бўлган пойдеворлар учун C_z коэффициентининг қиймати майдони $A_f = 200$ м² лиларники каби қабул қилинади.

Динамик ҳисоблаш схемаларнинг кўплаб кўринишлари (32, б-к-расм) орасидаги 32, б-расмда келтирилган схема бўйича нисбатан баланд ёки нисбатан қайишқоқ таянчларни зилзилабардошликка ҳисоблаш мумкин.

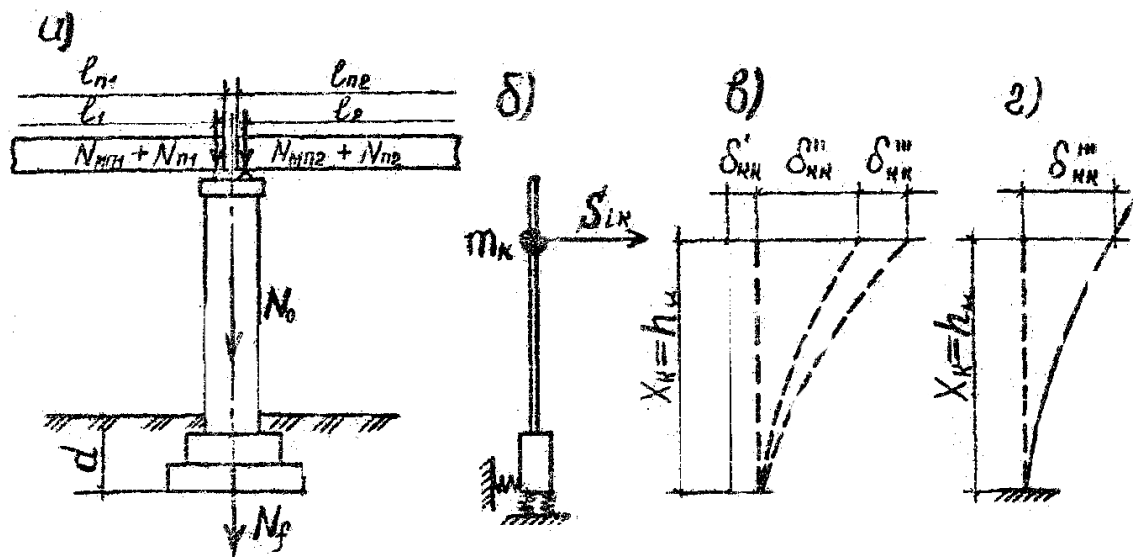
Ҳисоблаш одатда ЭҲМ ларни қўллаган ҳолда амалга оширилади. Кичик ва ўртача кўприк ҳамда йўлўтказгичларнинг нисбатан бақувват бикр таянчларини зилзилабардошликка ҳисоблашни эркинликни битта даражасига эга тизимлар учун каби ЭҲМ дан фойдаланмасдан амалга ошириш мумкин.

МДХ давлатларидаги оралик қурилмалари 30 м гача бўлган кичик ва ўрта кўприклар ҳамда йўл ўтказгичлар уларнинг умумий сонининг 96% ни, Чехияда эса 95,7% ни ташкил этади. ГДР да 87,3 % кўприкларнинг оралик қурилмалари 20 м дан кичик. Шундай қилиб, таянчларни зилзилабардошликка ҳисоблашлар кўпинча ягона эркинлик даражали динамик ҳисоблаш схемаларни қўлаб бажарилиши мумкин (32, в-к-расм). Ҳозирги вақтда одатда 32 ,б,в,г-расмда берилган динамик ҳисоблаш схемаларидан фойдаланилади.

Ҳисоблашлар таҳлили шуни кўрсатдики, асосга қистирилган вазнсиз консол стержен кўринишидаги ҳисоблаш схемасини (32, е-расм) асос қоя тошли грутларда ва жуда ҳам кўп ҳолларда йирик синиқ тошли (ҳарсанг тош, шағал, гравийли) грунтларда жойлашганда, ҳамда қаттиқлик даражаси кучли ва ўртача лойсимон грунтлар учун қабул қилиш мумкин. Бошқа барча ҳолларда 32, з -расмда берилган динамик ҳисоблаш схемаларидан фойдаланиш зарур.



32-рasm. Оралиқ таянчларнинг динамик ҳисоблаш схемалари



33-расм. Кўприк (йўл ўтказгич) ўқи бўйлаб йўналган сейсмик юкланишни ҳисоблаш схемалари

Назорат саволлари

1. Кўприк ўрта таянчларини саёз жойлашган пойдеворларини зилзилабардошликка ҳисоблаш кетма-кетлигини тушунтиринг?
2. Юклар ва таъсирларни айтиб беринг?
3. Ўрта таянчларнинг динамик ҳисобий схемаларини тузиш ишларини бажаринг?

Асосий дарсликлар ва ўқув қўлланмалар

58. Лившиц Я.Д., Онищенко М.М., Шкуратовский А.А. Примеры расчёта железобетонных мостов. Киев., Вица школа, 1986. – 287 с.
59. Красин Н.А. Проектирование мостов, тоннелей и метрополитенов. Расчет оснований и прочности фундаментов глубокого заложения промежуточных опор мостов на сейсмостойкость. Учебное пособие. –Ташкент: Таш ИИТ, 2005 г.
60. Красин Н.А. Сейсмостойкость транспортных искусственных сооружений. Часть 1, 2 и 3. Учебное пособие для магистров строительного профиля. ТашИИТ, 2005.
61. Красин Н.А. Проектирование мостов, тоннелей и метрополитенов. Проектирование и расчет мостов на сейсмостойкость в различных странах. Учебное пособие. – Ташкент: Таш ИИТ, 2005 г.
62. Гибшман М.Е. Проектирование транспортных сооружений. М., Транспорт, 1980. - 311 с.
63. Raupov Ch.S., Eshonxo'jayev A.O., Lesov Q.S., Miralimov M.X., Raxmonov O'E., Qayumova H.T., Shermuxamedov, U.Z., Kamilova M.G'. Transport qurilishining izohli lug'ati. Ta'limning qurilish yo'nalishi talabalari va mutaxassisligi magistrantlari, ilmiy xodimlar, stajyor-tadqiqotchilar, ilmiy va loyiha tashkilotlarining muhandis-texnik xodimlari uchun ma'lumotnoma. ToshTYMI. 2012. – 147 b.
64. Шестоперов Г.С. Конструкции антисейсмических устройств мостов – М.: ЦНИИС, 2000.-63с.
65. ҚМҚ 2.05.03-97. Кўприклар ва қувурлар. – Тошкент: ЎзР Давархитектқурилишқўм, 2002. – 452б.
66. ҚМҚ 2.01.03.-96. Сейсмик ҳудудларда қурилиш / ЎзР Давархитектқурилишқўм. – Тошкент, 1996. – 65 б.