

## KO'PRIK INSHOOTLARINING ZILZILABARDOSHLIGINI OSHIRISH MUAMMOLARI.

**Berdibayev M.J.**

O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi M.T. O'rozboyev nomidagi  
Mexanika va inshootlar seysmik mustahkamligi instituti,

**Azirbayev B.T.**

Berdaq nomidagi Qoraqalpoq davlat universiteti  
"Shahar qurilishi va xo'jaligi" kafedrası.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.13133092>

**Annotatsiya.** Maqolada kuchli zilzilalar ta'sirida ko'priklarning inshootlarining shikastlanishlari va ularning sabablari keltirilgan. Ko'priklarning inshootlarining zilzilabardoshligini oshirishdagi muammolar va ularning yechimlari ko'rsatib o'tilgan.

**Kalit so'zlar:** Ko'priklarning inshootlari, zilzila, to'sin, oraliq qurilma.

## EARTHQUAKE RESISTANCE OF BRIDGE CONSTRUCTIONS INCREASING PROBLEMS.

**Abstract.** The article presents damage to bridge structures under the influence of strong earthquakes and their causes. The problems of increasing the earthquake resistance of bridge structures and their solutions are shown.

**Keywords:** Bridge structures, earthquake, girder, intermediate device.

## СЕЙСМОСТОЙКОСТЬ МОСТОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ РАСТУЩИЕ ПРОБЛЕМЫ.

**Аннотация.** В статье представлены повреждения мостовых конструкций от сильных землетрясений и их причины. Показаны проблемы повышения сейсмостойкости мостовых конструкций и пути их решения.

**Ключевые слова:** Мостовые конструкции, землетрясение, балка, промежуточное устройство.

Xalqaro geofizik ma'lumotlariga ko'ra, har yili dunyo bo'yicha seysmik jihatdan xavfli hududlarda o'rtacha 700 ga yaqin 5 magnitudaga ega, 90 ga yaqin – 6 magnitudadan kam bo'lmagan va 12 ta – 7 va undan ortiq magnitudaga ega zilzilalar sodir bo'ladi. Magnitudasi 5 dan 8.5 gacha bo'lgan kuchli zilzilalar katta buzilish va insonlarning o'limiga olib keladi.

Insoniyatning butun tarixi davomida 80 millionga yaqin kishi, zilzila va ularning bevosita oqibatlarini - yong'inlar, sunami, ko'chkilar va hokazolardan halok bo'lgan.

XX asrning birinchi choragida beshta kuchli zilzilada – San-Fransisko va Arezano (1901), Messina (1908), Kangshu (1920) va Tokioda (1923) yarim millionga yaqin odam halok bo'ldi.

Oxirgi 25 yil ichida har yili zilzilalardan o'rtacha 15000 odam halok bo'ldi va moddiy zarar yuz millionlab AQSH dollarini tashkil etdi. Yaponiyada 1923 yilda sodir bo'lgan 8,2 magnitudali Tokio zilzilasi 143000 kishining hayotiga zomin bo'lgan. Ushbu zilzila vaqtida 1286261 ta bino vayron bo'lgan, 447128 ta bino yonib ketgan, 268 ta bino dengiz to'liqini bilan yuvilgan, quvurlarda yuzlab avariya qayd etilgan, ko'plab ko'priklar va 2270 ta daryo kemalari vayron bo'lgan. Zilzila natijasida Tokio va uning atrofiga yetkazilgan zarar o'sha yilgi narxlarida 3 milliard dollarni tashkil etgan. 1971 yilda San-Fernandoda (AQSH) 6,6 magnitudali zilzila 1 milliard

dollarga yaqin zarar keltirgan. 1988 yildagi Spitak (Armaniston) zilzilasi vaqtida ko‘rilgan zarar 20 milliard rublni tashkil etgan, 25 mingdan ortiq odam halok bo‘ldi va 100 mingdan ortiq odam turli darajadagi tan jarohatlarini olgan [1-3].

Toshkent zilzilasi 1966 yil 26 aprelda soat 05:22 da sodir bo‘lgan. Kuchli tebranishlar 6-7 soniya davom etgan. Zilzila o‘chog‘i to‘g‘ridan-to‘g‘ri shahar markazida, atigi 8 km chuqurlikda joylashgan edi. Ko‘p sonli turar-joy binolari, ayniqsa, eski taxta binolar, maktablar, fabrikalar, kasalxonalar va boshqa binolar vayron bo‘lgan. Bu zilzilaning eng kuchlisi (7 ballgacha) 1966 yil may-iyulda, oxirgisi esa 1967 yil 24 martda qayd etilgan [4-5].

Yaponiyada joylashgan Nishinomiya ko‘prigi dunyodagi eng uzun ko‘priklaridan biri bo‘lib, uzunligi 252 m va balandligi 42 m tashkil qiladi. To‘liq po‘latdan yasalgan arkasimon shakldagi ko‘prik 1993 yilda qurilgan bo‘lib, og‘irligi taxminan 8000 tonnani tashkil etadi. 1995 yilda Xyogo prefekturasida (Kobe shahri) zilzila vaqtida Osaka ko‘rfazi yaqinida qurilgan estakada va ko‘priklar katta zarar ko‘rdi va qulab tushdi. Ba‘zi relief sharoitlari baxtsiz hodisalarning paydo bo‘lishiga sabab bo‘ldi. Birinchidan ko‘priklarning tayanchlari shag‘al-qumloyli cho‘kmalar ustidagi qum-shag‘alli (allyuvial cho‘kmalar) ustida 10 m dan kam bo‘lgan chuqurlikda qurilgan edi, bu esa asosning tebranishi ortishiga olib kelgan [6]. Bundan tashqari, ko‘plab hududlarda gruntning suvga to‘yinishi va quyqalanishi natijasida tayanchlarning doimiy deformatsiyasidan oraliq qurilmalarning qulashiga olib kelgan (1-rasm).



1 – rasm. Kobedagi zilzila vaqtida estakada oraliq qurilmasining qulashi (Yaponiya, 1995 y)

Kobedagi Xanshin ekspress yo‘lining uchinchi yo‘nalishi 1965-1970 yillarda qurilgan, beshinchi yo‘nalish esa 1990-yillarning o‘rtalarida qurilgan. Beshinchi marshrut yo‘nalishi bo‘sh grunt sharoitiga qaramay, uchinchi yo‘nalishga nisbatan ancha mustahkam va faqat bitta oraliq‘i buzildi. Aksincha, uchinchi marshrut yo‘nalishida 637 ta tayanchlar o‘rtacha va katta zarar ko‘rgan, 1300 dan ortiq oraliq qurilmalar shikastlangan va 50 ga yaqin oraliq qurilmalarni almashtirish talab qilingan (2-rasm) [6-7].



2 – rasm. Xyogo Nanbu prefekturasidagi zilzila vaqtida Xigishinada ko‘prikning shikastlanishi (Yaponiya, 1995 y)

Chili dunyodagi eng faol seysmik hududlaridan birida joylashgan. Magnitudasi  $M_w=8$  dan katta bo‘lgan uchta yirik zilzilalar, jumladan 2010 yilgi Maule zilzilasi ( $M_w=8,8$ ), 2014 yil Iquique zilzilasi ( $M_w=8,2$ ) va 2015 yil Illapel zilzilasi ( $M_w=8,3$ ) sodir bo‘ldi.

2010 yilda Maule zilzilasi taxminan 300 ta ko‘prik kuchli shikastlangan va ularning ba‘zilari hatto qulab tushgan. Zilzila vaqtida shikastlangan ko‘priklarning aksariyati ko‘p oraliqli oldindan zo‘riqtirilgan to‘sinli yig‘ma-beton ko‘priklarga to‘g‘ri keladi (3-rasm). Chilidagi ko‘prik inshootlarining ko‘p shikastlanishi va qulashiga asosiy sabablardan biri to‘sinlarning tayanchlar bilan tutashgan kesimlarida ortiqcha siljishlarning kuzatilgani [8-9].



3 – rasm. Chili zilzilasi oqibatida yo‘lo‘tkazgichning buzilishi (2010 y.)

Ko‘priklarning zilzilabardoshlik nazariyasidagi eng katta dolzarb muammolardan biri tayanchlarning o‘zaro siljishlarini baholash va bo‘ylama tebranishlar vaqtida tayanchlardan oraliq qurilmalarning tushib ketishiga qarshi chora-tadbirlar ishlab chiqishdir.

Ko‘prik inshootlarining seysmik shikastlanishlari haqidagi ko‘plab ma’lumotlar tahliliga ko‘ra ko‘prik inshootlari orasida eng ko‘p uchraydigan to‘sinli ko‘priklardagi shikastlanishlarni uch guruhga ajratish mumkin:

- nisbatan kam shikastlangan oraliq qurilmalarning surilishi yoki tayanchlardan qulashi;
- ko‘prikning to‘liq yoki qisman qulashiga olib keladigan tayanch va tayanch qismlarining buzilishi yoki kuchli shikastlanishi;

- eng ko'p uchraydigan shikastlanishlardan bo'lgan ko'priklar tayanchlarining siljishi va cho'kishi [10-11].

Seysmik ta'sirlarda oraliq qurilmalarning tayanchlardan tushib ketishi ko'priklarda eng ko'p uchraydigan shikastlanishlardan biridir. Buning sababi ko'prikning bo'ylama tebranishlari natijasida tayanchlarning o'zaro siljishidir.

Seysmik shikastlanishlarning eng muhim sabablariga quyidagilar kiradi:

1. Gruntlarning tebranishi natijasida, inshootlar tebranma harakatlaridan hosil bo'luvchi gorizontal yo'nalishdagi seysmik kuchlar. Bu kuchlar inshootlarda kuchlanishlarni keltirib chiqaradi va ko'p hollarda ularning shikastlanishiga asosiy sabab bo'ladi. Oraliq qurilmalarning tayanchlardan siljishi yoki tushib ketishi hamda boshqa shu kabi shikastlanishlar aynan gorizontal yo'nalishdagi seysmik kuchlar ta'siri natijasidadir.

2. Gruntning seysmik tebranishlari natijasida hosil bo'ladigan vertikal yo'nalishdagi seysmik kuchlar. Bu seysmik kuchlardan hosil bo'lgan kuchlanishlar vertikal yuklamalardagi kuchlanishlarga nisbatan juda kichik. Shuning uchun, vertikal yo'nalishdagi seysmik kuchlar kamdan-kam hollarda shikastlanishlarning asosiy sababi bo'ladi. Biroq, ular ishqalanish kuchlarining ta'sirini va inshootning butun yoki uning alohida konstruksiyalarining turg'unlik zahiralarni kamaytiradi, shuningdek gorizontal seysmik ta'sirlardan hosil bo'lgan shikastlanishlar ortishiga olib keladi.

3. Zilzilalar vaqtida gruntlarning mexanik xususiyatlari, xususan yuk ko'tarish qobiliyatining kamayishi. Seysmik tebranishlarda suvga to'yingan bo'sh gruntlarda quyqalanish va ularning oquvchanlik holatiga o'tishi kuzatiladi. Masalan 1960 yildagi Chili zilzilasi vaqtida bo'sh gruntlar ko'p hollarda "yarim suyuq massalar" kabi o'zini tutgan [12]. 1964-yil Niigata (Yaponiya) zilzilasi yerdagi qumli "vulqonlar" oqib chiqishi bilan birga bo'lgan suvga to'yingan mayda qumlarni zichlashishi va harakatchanligi binolarda katta cho'kishlarni keltirib chiqargan. Konstruksiyalari shikastlanmagan yirik panelli binolar deyarli bir qavat chuqurlikkacha cho'kkan yoki qulab tushgan [13].

4. Zilzilalar vaqtida gruntlarda qoldiq deformatsiyalarning ortishi. Bularga zilzila natijasida kelib chiqadigan qiya va mustahkam bo'lmagan yonbag'irlarda surilish va o'pirilishlar, suvga to'yingan gruntli massivlarni yeyilib ketishi, tayanchlarning siljishi va h.k lar kabi ikkilamchi hodisalar kiradi. Muhandislik va geologik sharoitlarda bunday hodisalar katta miqdorda 9 ball va undan yuqori kuchga ega zilzilalarda kuzatilgan. Ko'priklar tayanchlarining ko'chishiga (xususan, ko'tarilishiga) qirg'oq tayanchlarning oraliq tomon surilishi sodir bo'ladi.

Bunday shikastlanishlar 1964 yil Alyaskadagi zilzila vaqtida kuzatilgan [14].

Ko'priklar inshootlarining shikastlanish darajasi zilzilalar kuchiga (balliga) qarab quyidagi ma'lumotlar bilan tavsiflanadi: 7 balli zilzilalar vaqtida ko'priklar inshootlari deyarli zarar ko'rmaydi, ayrim hollarda, oraliq qurilmalar bilan tayanchlarning tutashgan joylarida shikastlanishlar kuzatilishi mumkin. 8 balli zilzilalar barcha turdagi ko'priklar inshootlariga sezilarli shikastlanishlar yetkazishi mumkin. Zilzila kuchi 9 ball yoki undan yuqori bo'lsa juda katta shikastlanishlar va ko'priklar inshootlarining to'liq buzilishiga olib kelishi mumkin. Bu bog'liqliklar bir qator kuchli zilzilalar oqibatlarini tahlil qilish asosida olingan, xususan, antiseysmik chora-tadbirlarni hisobga olgan holda amalga oshiriladigan zamonaviy toifadagi ko'priklarga nisbatan Yaponiya zilzilalari tajribasi bilan tasdiqlangan [14-15].

Ko'pgina ma'lumotlar shuni ko'rsatadiki, bo'sh, kuchsiz gruntlar, kuchsiz yon bag'ir va qirg'oqlari bilan inshootlarining shikastlanish hajmi ortib boradi. Xususan, tog' jinslariga yotqizilgan tayanchlar bilan ko'priklar bo'sh gruntlardagi tayanchlarga qaraganda ancha kamroq darajada shikastlanadi. Tayanchlari katta yuklarni ko'taradigan ko'priklar uchun grunt va geologik sharoitlarning ta'siri fuqarolik va sanoat binolariga qaraganda sezilarli bo'lishi mumkin [13, 16].

Zilzilalarda ko'priklarning shikastlanishi konstruksiya materiallariga ham bog'liq.

Metall va temirbeton ko'priklar kam shikastlangan, tosh va beton ko'priklar yoki ushbu materiallardan tayyorlangan konstruktiv elementlar eng zaif hisoblanadi.

Ko'prik inshootlarining seysmik tebranishlari juda murakkab fazoviy xarakterga ega.

Shikastlanishlarga olib keluvchi jadal seysmik ta'sirda ko'prik konstruksiyalar deformatsiyalari elastiklik chegarasidan oshib ketadi va tebranishlar asosan nochiziqli bo'ladi, lekin masalani soddalashtirish uchun seysmik kuchlarni aniqlashni me'yorlashgan uslubi chiziqli nazariyaga asoslanadi va tebranishlarni uchta o'zaro perpendikulyar (vertikal va gorizontal) komponentlari tebranishlarini mustaqil ko'rib chiqishga imkon beradi.

Ko'prik inshootlarining zilzilabardoshligini ta'minlash murakkab vazifa bo'lib, uni bartaraf qilish ularga ta'sir qiluvchi ko'plab tashqi omillar bilan bog'liq, ammo zarur bo'lgan asosiy shart - zilzila vaqtida ko'prik inshootlarning texnik holatini har tomonlama chuqur tahlil qilishdir. Ushbu tahlillar asosida zilzilabardosh ko'priklarni loyihalash amaliyotida antiseysmik tadbirlarining ma'lum shakllari ishlab chiqilgan bo'lib, ularga amal qilish esa ma'lum darajada ko'priklarning zilzilabardoshligini ta'minlaydi.

Xulosa qilib shuni ta'kidlash mumkinki, seysmik faol hududlarda ko'prik inshootlarining zilzilabardoshligini ta'minlash uchun me'yoriy hujjat talablariga amal qilish yoki ko'prik inshootlariga seysmik ta'sirlarni kamaytiruvchi maxsus konstruktiv tadbirlarni qo'llash lozim.

## REFERENCES

1. Апсеметов М.Ч., Мурзакматов Д.К., Женишбеков Э.Э., Шекеев А.О. Исследование повреждения дорожных сооружений при сильных землетрясениях. Известия ОшТУ, 2017 №3.
2. Жунусов Т.Ж. Основы сейсмостойкого сооружений. - Алма-Ата: 1990.
3. Жунусов Т.Ж. Аубакиров А.Т. и др. Повреждение зданий и сооружений в Джамбуле при землетрясениях 10 мая 1971 года./ Алма – Ата: 1974. - 139 с.
4. Ташкентское землетрясение 26 апреля 1966 года. – Ташкент: Фан, 1971. –672 с.
5. Сывороткин В.Л. Землетрясения. Пространство и время 2(4)/2011.
6. Chung, R. et al., The January 17, 1995 Hyogoken-Nanbu (Kobe) Earthquake, NIST Special Publication 901, National Institute of Standards and Technology, July 1996, 544 pp.
7. EERI, Earthquake Engineering Research Institute, The Hyogo-Ken Nanbu Earthquake, January 17, 1995, Preliminary Reconnaissance Report, Feb. 1995, 116 pp.
8. Ramiro Bazaes., Alberto Vega. Seismic Assessment of Repaired Bridges in Chile. The 2018 Structures Congress (Structures18). Songdo Convensia, Incheon, Korea, August 27 - 31, 2018.
9. Kawashima K., Unjoh Sh., Hoshikuma J., Kosa K. Damage of bridges due to the 2010 Maule, Chile, earthquake. Journal of Earthquake Engineering 2011.

10. Карцивадзе Г.Н. Методическое руководство по расчету мостовых конструкций на сейсмические воздействия. Тбилиси, ГПИ, 1970, 63 с.
11. Карцивадзе Г.Н. Повреждение дорожных искусственных сооружений при сильных землетрясениях.// М., Транспорт, 1969, 55 с.
12. Duke C.M., Leeds D.I. Response of Soils, Foundations and Earth Structures to the Chilean Earthquakes of 1960. «Bull. Seism. Soc. Of Am.», 1963, v. 53, N 2, p. 309–358.
13. Falconer B.H. Niigata Earthquake, Japan, 16 June, 1964. International Inst. Of Seism. And Earthquake Eng., Tokyo, 1965, 41 p.
14. Mc. Culloch D.S., Bonilla M.G. Railroad Damage in the Alaska Earthquake. «Journ. Soil Mech. And Found. Div. Proc. Amer. Soc. Civ. Eng.», 1967, v. 93, N 5, p. 89–100.
15. Карцивадзе Г.Н. Сейсмостойкое строительство за рубежом [Текст] / Г.Н. Карцивадзе, С.И. Медведев, Ш.Г. Напетваридзе.- М.: 1962. – 223с.
16. Ter-Martirosyan A., Othman A. Simulation of soil liquefaction due to earthquake loading // E3S Web of Conferences. 2019. Vol. 97. P. 03025. DOI: 10.1051 / e3sconf/20199703025.