



TEMIRBETON KO'PRIK ORALIQ QURILMALARINING KONSTRUKTIV XUSUSIYATLARI

Asanova Guljanat Orinbekovna
Saatova Nodira Ziyayevna
Toshkent Davlat Transport Universiteti

Annotatsiya: Ushbu maqolada temirbeton ko'prik oraliq qurilmalarining konstruktiv xususiyatlari, element turlari, yuk ko'tarish qobiliyati, yuklanish sxemalari, ekspluatatsiya sharoitlari hamda diagnostika usullari zamonaviy Eurocode talablari va konstruksiya holatini monitoring qilish (SHM – Structural Health Monitoring) yondashuvlari asosida ilmiy tahlil qilinadi.

Аннотация: В данной статье проведён научный анализ конструктивных особенностей промежуточных элементов железобетонных мостов, их типов, несущей способности, схем нагрузок, условий эксплуатации, а также методов диагностики на основе современных требований Eurocode и подходов к мониторингу состояния конструкций (SHM – Structural Health Monitoring).

Ключевые слова: железобетон, промежуточные мостовые конструкции, конструктивная структура, несущая способность, эксплуатационный режим, диагностика, SHM, эластомерные опоры.

Abstract: This article presents a scientific analysis of the structural characteristics of reinforced concrete bridge bearings, including element types, load-bearing capacity, loading schemes, operational conditions, and diagnostic methods, based on modern Eurocode requirements and Structural Health Monitoring (SHM) approaches. *Kalit so'zlar:* temirbeton, ko'prik oraliq qurilma, konstruktiv tuzilma, yuk ko'tarish, ekspluatatsiya rejimi, diagnostika, SHM, elastomerik tayanchlar.

Keywords: reinforced concrete, bridge bearing, structural configuration, load-bearing capacity, operational regime, diagnostics, SHM, elastomeric bearings.

Kirish. Zamonaviy transport infratuzilmasida ko'priklar alohida strategik ahamiyatga ega bo'lib, ularning konstruktiv mustahkamligi va ishonchliligi mamlakat iqtisodiy rivojlanishining ajralmas tarkibiy qismidir. Xususan, temirbeton ko'priklar o'zining uzoq xizmat muddati, yuqori yuk ko'tarish qobiliyati va nisbatan tejamkor qurilish texnologiyasi tufayli keng qo'llaniladi. Ushbu ko'priklarning asosiy yuklarni qabul qiluvchi va uni tayanchlarga uzatuvchi muhim elementi bu — oraliq qurilmalar (bearinglar) hisoblanadi

Ko'prikning ishlash muddatida aynan oraliq qurilmalarga doimiy statik va dinamik yuklar, harorat o'zgarishlari, atrof-muhitdagi agressiv muhit, shuningdek, seysmik faollik kabi omillar ta'sir qiladi. Bunday yuklamalarni qabul qilish va tizimga yetkazmasdan yutish

ko'priknining uzoq muddatli barqaror ishlashini ta'minlaydi [2]. Shu sababli, bu elementlarning konstruktiv tahlili, yuk ko'tarish ko'rsatkichlari, yuklanish sxemalari va ularni zamonaviy monitoring texnologiyalari yordamida nazorat qilish masalalari bugungi kunda dolzarb ilmiy yo'nalishlardan biri hisoblanadi [5].

Ayni vaqtda, Evropa Ittifoqi mamlakatlarida qabul qilingan Eurocode me'yorlari, AQSHda amalda bo'lgan AASHTO LRFD standartlari, hamda ilg'or davlatlarda joriy etilgan strukturaviy holat monitoringi (SHM) kabi zamonaviy texnologiyalar oraliq qurilmalarni loyihalash, qurish va ekspluatatsiya qilishda ilmiy-texnik asos bo'lib xizmat qilmoqda [4,5]. SHM texnologiyasi yordamida vaqt o'tishi bilan yuzaga keluvchi mikrodefektlar, deformatsiyalar va charchoq belgilari aniq aniqlanib, oldindan ogohlantiruvchi texnik chora-tadbirlar belgilanishi mumkin [7].

Shu sababli, temirbeton ko'priklarni oraliq qurilmalarini nafaqat an'anaviy konstruktiv jihatdan o'rganish, balki ularning zamonaviy texnologiyalar yordamida monitoring qilish usullarini kompleks ko'rib chiqish muhim amaliy va ilmiy ahamiyatga ega bo'lgan vazifa sifatida qaraladi.

Asosiy qism. Elementlar turlari:

Monolit va yig'ma plitali elementlar. Monolit plitali oraliq qurilmalar soddaligi, mustahkamligi va egiluvchanligi bilan ajralib turadi. Ular asosan beton va armaturali po'lat kombinatsiyasidan tashkil topgan bo'lib, kichik va o'rta uzunlikdagi ko'priklar uchun maqbul hisoblanadi [2].

Qovurg'ali (gerderli) temirbeton elementlar. Qovurg'ali oraliqlar og'ir yuklarni taqsimlash va kesish kuchlariga qarshi turishda samarali yechim hisoblanadi. Bu turdagi elementlar ayniqsa katta oraliqli ko'priklar uchun mos keladi [3].

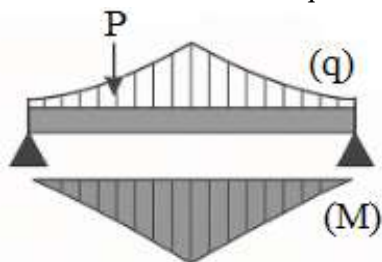
Elastomerik va kompozit (FRP – fiber-reinforced polymer) elementlar

Elastomerik tayanch qurilmalar neylon yoki neopren asosida ishlab chiqariladi. Ular harorat o'zgarishlarini yutish, tebranishlarni pasaytirish va seysmik yuklamalarni kamaytirishda foydalidir [4].

Kompozit materiallar – CFRP (karbon tolali) va GFRP (shisha tolali) qatlamlar yuqori mustahkamlik va korroziyaga chidamlilik xususiyatiga ega [5].

Yuk ko'tarish qobiliyati va yuklanish sxemalari.

Statik va dinamik yuklar. Yuqori intensivlikdagi transport oqimi, shamol bosimi va boshqa murakkab yuklamalar hisobga olinadi. Eurocode talablari asosida egilish momenti, kesish kuchi va charchoq tahlillari bajariladi [5]. 1-rasmda kuchlar sxemasi keltirilgan.



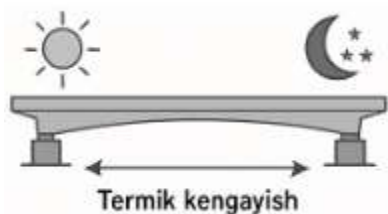
1-rasm. Temirbeton oraliq qurilma ustidagi yuklar va momentlar taqsimoti

Kesish va sirpanish ko'rsatkichlari. Elastomerik tayanchlarda beton–neopren juftligi uchun kesish koeffitsiyenti 0.40, po'lat–neopren juftligi uchun 0.35 deb olinadi. Bunday tayanchlar $\pm 100\%$ gacha deformatsiyada yorilmasdan ishlash xususiyatiga ega [4].

Charchoq tahlili. Ko'priklar xizmat davomida dinamik yuklamalar ta'sirida mikro-yorilishlarga duchor bo'ladi. Zamonaviy strukturaviy monitoring (SHM) texnologiyalari yordamida ushbu holatlar doimiy kuzatib borilishi mumkin [7].

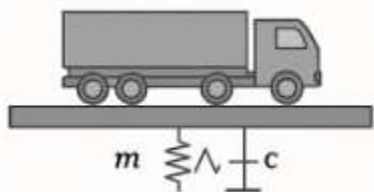
Ekspluatatsion rejimlar.

Harorat va deformatsiyalar. Elastomerik tayanchlar harorat farqlariga qarab ± 100 mm gacha kengayish yoki qisqarishni yutishga qodir. SHM qurilmalari burchakli siljishlarni ± 0.01 rad aniqlikda aniqlay oladi [8]. 2-rasmda harorat ta'siri keltirilgan.



2-rasm. Harorat o'zgarishi va ko'priklar kengayishi ($\Delta L = \alpha \times L \times \Delta T$)

Dinamik yuk va seysmik izolyatsiya. FPS (Friction Pendulum System) va SPR-S (Sliding Pendulum Rubber System) kabi izolyatorlar yuqori vibratsion yuklamalarda tebranish amplitudasini kamaytirish va tizim barqarorligini oshirishga xizmat qiladi [11]. 3-rasmda dinamik yuk va tebranish moduli ko'rsatilgan.



3-rasm. Dinamik yuk va tebranish moduli

Temir yo'l yuklari va ballast bosimi. Temir yo'l ko'priklarida ballast bosimi va tebranishlarga bardosh bera oladigan mustahkam elementlar talab etiladi. Yukni bir tekis taqsimlash uchun po'lat-beton plitalar ishlatiladi [6].

Diagnostika va SHM texnologiyalari.

Kodali to'lqin interferometriyasi (Coda Wave Interferometry). Ultratovushli monitoring yordamida konstruksiyadagi mikroyoriqlar aniqlanadi. Germaniyadagi Gänstorbrücke ko'prigida bunday sinovlar muvaffaqiyatli o'tkazilgan [9].

O'zini monitoring qiluvchi elastomerik tayanchlar. Ichki deformatsiya sensorlari yordamida materialdagi stress o'zgarishlari aniqlanadi. Bunday sensorlar deformatsiya koeffitsiyentlarini 2–11 diapazonida qayd eta oladi [10].

Mikrosensorli PZT va piezoelektr texnologiyalar. Ushbu usullar yordamida beton mustahkamligi, korroziya darajasi, murvat holati kabi parametrlar uzluksiz aniqlanadi [13].

Simsiz qiyalashish va siljish monitoringi. SenSpot qurilmalari soatiga ± 0.01 mm aniqlikda monitoring imkonini beradi. Harorat o'zgarishiga asoslangan regressiya tahlillari orqali tayanch qurilmalarning umumiy texnik holati baholanadi [12].



Xulosa. Yuqorida bayon qilingan tahlillarga asoslanib, temirbeton ko‘prik oraliq qurilmalarining konstruktiv xususiyatlari nafaqat mexanik va fizik jihatdan, balki zamonaviy diagnostika va monitoring texnologiyalari nuqtayi nazaridan ham chuqur ilmiy yondashuvni talab etadi [4,13]. Har xil turdagi oraliq elementlar (monolit, qovurg‘ali, elastomerik, FRP) o‘ziga xos konstruktiv yechim va ishlash xususiyatlariga ega bo‘lib, ular tegishli yuklanish sxemalariga mos tarzda tanlanadi [2,3].

Tahlil natijalariga ko‘ra, zamonaviy SHM (Structural Health Monitoring) texnologiyalari, jumladan, kodali to‘lqin interferometriyasi (CWI) [9], piezoelektr sensorlar [8], simsiz o‘lchov tizimlari [12], deformatsiya sensorlari [10] va boshqa vositalar yordamida ko‘prikning real vaqt rejimida texnik holatini kuzatish imkoniyati mavjud. Bu esa, o‘z navbatida, ko‘prik konstruksiyalarining xavfsizligi va ekspluatatsion ishonchligini oshirish bilan birga, xizmat ko‘rsatish xarajatlarini sezilarli darajada kamaytirishga xizmat qiladi.

Ko‘prik oraliq qurilmalarining ekspluatatsiya rejimlari, yuk ko‘tarish imkoniyatlari, deformatsion imkoniyatlari va ularning charchoqqa bardoshliligi – infratuzilmaviy obyektlarning uzoq muddatli va samarali ishlashi uchun hal qiluvchi omil sanaladi [11]. Eurocode va AASHTO talablari asosida tayyorlangan loyihalar esa bu elementlarning kuch, chidamlilik va barqarorlik darajasini aniq belgilab beradi.

Shu asosda, ko‘prik oraliq qurilmalarini ilg‘or materiallar va zamonaviy monitoring texnologiyalari asosida takomillashtirish, ularni loyihalashda xalqaro me‘yorlarga tayanish va ekspluatatsiya mobaynida SHM tizimlarini joriy qilish muhim strategik yo‘nalish hisoblanadi. Bu esa O‘zbekistonning transport infratuzilmasini modernizatsiya qilish, xavfsizlikni oshirish va texnik xizmat samaradorligini kuchaytirishda muhim qadam bo‘ladi

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Bridge Bearings – an overview // ScienceDirect Topics.
<https://sciencedirect.com/topic/engineering/bridge-bearings>.
2. Elastomeric bridge bearing // Wikipedia.
https://en.wikipedia.org/wiki/Elastomeric_bridge_bearing.
3. Bridge bearing // Wikipedia. – https://en.wikipedia.org/wiki/Bridge_bearing.
4. California Department of Transportation (Caltrans). Bridge Bearings – Design Manual. – California: Caltrans, 2020. – 128 s.
5. Seismic fragility and risk assessment of RC bridges isolated by elastomeric bearings // International Journal of Earthquake and Bridge Research (IJEMBR). – 2021. – T. 7, № 2. – B. 57–65.
6. Mohan, S. Krishnankutty. Bridge Bearings – A Review // Academia.edu. – <https://academia.edu>
7. Nonlinear ultrasonics-based technique for monitoring damage in concrete bridges // ResearchGate.net. – 2020. – https://researchgate.net/publication/monitoring_damage





8. Monitoring of a prestressed bridge model by ultrasonic measurement // ResearchGate.net. – 2021. – https://researchgate.net/publication/ultrasonic_monitoring
9. Coda Wave Interferometry for bridge monitoring // Wiley Online Library. – 2020. – <https://onlinelibrary.wiley.com/article/10.1002/coda2020>
10. Self-Sensing Rubber for Bridge Bearing Monitoring // NDT.net. – 2020. – https://www.ndt.net/article/monitoring_rubber
11. Advances in Structural Health Monitoring of Bridges // Infrastructures (MDPI). – 2021. – Vol. 6, № 4. – B. 101–112.
12. Wireless Bridge Bearing/Expansion Joint Monitoring // Resensys.com. – 2021. – <https://resensys.com/products/senSpot>
13. Glisic B., Inaudi D. Strategies and tools for monitoring of concrete bridges. – Hoboken: John Wiley & Sons, 2021. – 208 s.

