

КОНСТРУКЦИИ ПОДЗЕМНЫХ И НАДЗЕМНЫХ ПЕШЕХОДНЫХ ПЕРЕХОДОВ В СЕЙСМИЧЕСКИХ РАЙОНАХ

А.Х. Абдужабаров⁽¹⁾, А.О. Якубов⁽²⁾, А.М. Алимардонов⁽³⁾

⁽¹⁾д.т.н., профессор КГУСТА им. Н.Исанова.

⁽²⁾ассистент кафедры «Подземные сооружения, основания и фундаменты» ТТУ им акад. М.С. Осими, Таджикистан

⁽³⁾магистр первого курса кафедры «Подземные сооружения, основания и фундаменты» ТТУ им акад. М.С. Осими, Таджикистан

Аннотация. В данной статье на основе анализа повреждений пешеходных переходов при землетрясениях послужившие причиной травмы и гибели людей, разработаны конструктивные решения этих сооружений для повышения устойчивости и предложены мероприятия для снижения степени их повреждаемости.

Ключевые слова: нагрузка, инженерные сооружения, сейсмического воздействия, вертикальные и боковые колебания, скорость, транспорт, землетрясения.

STRUCTURES OF UNDERGROUND AND ELEVATED PEDESTRIAN CROSSINGS IN SEISMIC AREAS

О.Н. Abduzhabarov⁽¹⁾, A.O. Yakubov⁽²⁾, A.M. Alimardonov⁽³⁾

⁽¹⁾Doctor of Engineering Sciences, Professor of the KSUCTA named after N. Isanov

⁽²⁾Assistant of the “Underground Structures and Engineering Foundation” Department, Tajik Technical University named after M.S. Osimi, Tajikistan

⁽³⁾1-year Master Student of the “Underground Structures and Engineering Foundation” Department, Tajik Technical University named after M.S. Osimi, Tajikistan

Abstract. Based on damage analysis of pedestrian crossing during earthquakes that caused injuries, deaths, structural (or constructive) solutions are developed of these structures to increase stability, and measures are proposed to reduce the damage degree in this article.

Key words: load, engineering structures, seismic action, vertical and horizontal vibration, velocity, transport, earthquakes.

СЕЙСМИКАЛЫК РАЙОНДОРДОГУ ЖЕР АЛДЫНДАГЫ ЖАНА ЖЕР ҮСТҮНДӨГҮ ЖӨӨ АДАМДАР ӨТМӨКТӨРҮНҮН КОНСТРУКЦИЯЛАРЫ

А.Х. Абдужабаров⁽¹⁾, А.О. Якубов⁽²⁾, А.М. Алимардонов⁽³⁾

⁽¹⁾т.и.д., Н.Исанов ат. КГУСТА профессору.

⁽²⁾ акад. М.С. Осими ат. ТТУ «Жер алдындагы курулмалар, негиздер жана пайдубалдар» кафедрасынын ассистенти, Таджикистан

⁽³⁾ акад. М.С. Осими ат. ТТУ «Жер алдындагы курулмалар, негиздер жана пайдубалдар» кафедрасынын биринчи курсунун магистри, Таджикистан

Аннотация. Бул макалада жер титирөөлөрдө адамдын жаракат алышына жана каза болушуна себепкер болгон жөө адамдар өтмөгүнүн бузулушун талдоонун негизинде бул

ВЕСТНИК МЕЖДУНАРОДНОЙ АССОЦИАЦИИ ЭКСПЕРТОВ ПО СЕЙСМОСТОЙКОМУ СТРОИТЕЛЬСТВУ

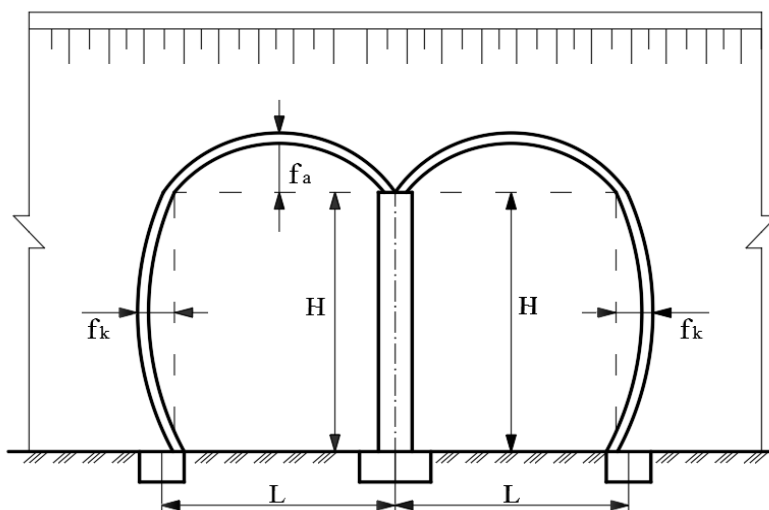
курулмалардын туруктуулугун жогорулатуу үчүн конструктивдүү чечимдер иштелип чыккан жана алардын бузулуучулук даражасын азайтуу үчүн иш чаралар сунушталган.

Өзөктүү сөздөр: күч келүү, инженердик курулмалар, сейсмикалык таасир этүү, тигинен жана капиталынан термелүүлөр, ылдамдык, транспорт, жер титирөө.

Анализ последствий сильных землетрясений показывает, что проблеме устойчивости, безопасности и сохранности людей в этих инженерные сооружениях не уделено должного внимания. Известно, что при землетрясении в Китае и Мексике (2016 г 18 октября) погибло много людей. Одно из причин являлось повреждения перекрытий в подземных переходах, завал части входа и выхода, а так же заполнение водой внутри перехода. Наружные переходы получили значительно больше разрушений: от потери устойчивости опор и внешних воздействия от соседних сооружений.

Анализ построенных подземных пешеходных переходов в республиках Узбекистана, Казахстана, Киргизии и Таджикистана, которые расположены в зонах высокой сейсмической активности, показывает, что в этих конструкциях недостаточно учитывается возможные последствия от землетрясения. В не которых проектах учет сейсмических сил выразился в небольшое увеличение армирования конструкций, а конструктивных изменений не обнаружено.

Проведенные модельные исследования с заменой плоских плит перекрытий на арочные позволяют снизить процент армирования плит и боковых стен на 15-20%. При этом динамическая жесткость конструкции повышается до 30%. Сейсмическое активное давление грунта на боковые стены снижается за счет распорных усилий арочного покрытия. Вибрационные колебания от воздействия наружного транспорта снижается за счет повышения жесткости плит перекрытия, что благоприятно влияет на конструкции и самочувствие людей находящихся внутри перехода, т.е. выполняется требования экологии (**рис 1**). Конструкции работают на сжатие, что позволяют сократить толщину бетона, т.е. снижаются сейсмические инерционные силы.



ВЕСТНИК МЕЖДУНАРОДНОЙ АССОЦИАЦИИ ЭКСПЕРТОВ ПО СЕЙСМОСТОЙКОМУ СТРОИТЕЛЬСТВУ

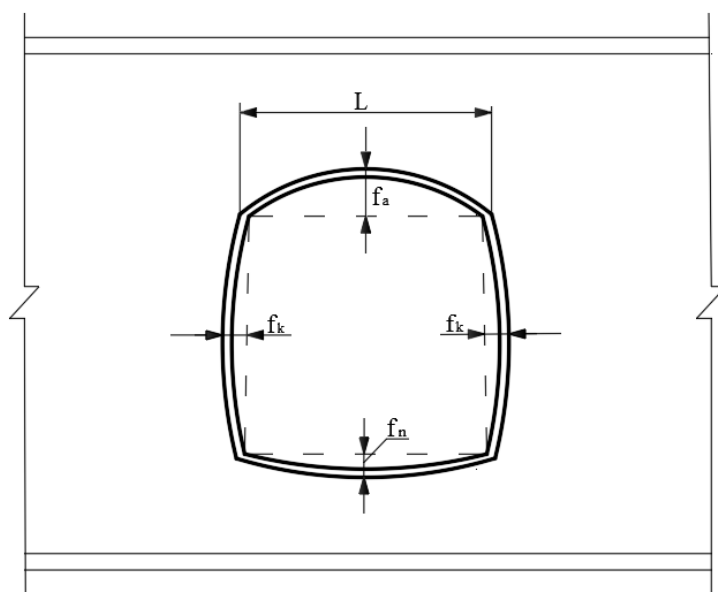
Рис 1. Конструкция арочного подземного перехода.

Стрела арки рекомендуется принять $f_a = 0,05L$, $f_k = 0,005H$. Снижение слоя грунта засыпки от перекрытия до основания дорожного покрытия компенсирует арочные покрытие, которое часть вертикальных нагрузок передает горизонтально на вертикальные арочные стенки, которые в свою очередь частично гасятся активным давлением грунта.

Для обеспечения сохранности людей и возможных завалов входа и выхода в переходах необходимо, чтобы рядом расположенные сооружения располагались на расстоянии превышающую их высоту. Водопропускные газовые трубы и электрокабели должны находиться вне переходов. Навесы, которые строятся над ступенями входа и выхода, необходимо проектировать с учетом землетрясения, т.к. они при обрушении могут закрыть переход или лишить возможности спастись людям, что было уже при разрушительных землетрясениях.

В крупных городах уже построены длинные подземные переходы, они хорошо освещены, но при землетрясении часто система освещения разрушается и что будет с людьми при полной темноте неизвестно. Вероятно, для такого случая необходимо предусмотреть аккумуляторные батареи, которые бы автоматически включались при нарушении основного освещения, что позволило бы избежать паники людей и вовремя оказать помощь.

Используя ранее разработанные конструкции подземных сооружений [1] и учитывая небольшие нагрузки от пешеходов внутри переходов, на основе серии дополнительных модельных экспериментов получено более экономичное сечение (рис 1а). В этой конструкции фундамент, совмещается с полом с передачей усилий распора от стеновых панелей на арочный пол. Стрела пола $f_n = 0,03L$;



ВЕСТНИК МЕЖДУНАРОДНОЙ АССОЦИАЦИИ ЭКСПЕРТОВ ПО СЕЙСМОСТОЙКОМУ СТРОИТЕЛЬСТВУ

Рис 1.а

На основе ранее разработанных теоретических решений влияние внешнего транспорта на подземные сооружения [2] и уточняя результаты натурных и модельных исследований получено формула для определения максимального напряжения на основание сооружения в опорной плите для пешеходного подземного перехода при землетрясении:

$$\sigma = \frac{WT \sqrt{(E_n + \alpha E_r) \gamma_{\text{пр}}}}{2\pi \sqrt{(1 + \alpha)g}} \cdot k; \quad (1)$$

где: α – коэффициент учитывающий совместную работу основания и сооружения, $\alpha=2,8$;

E_n, E_r –модуль упругости опорной плиты и основания;

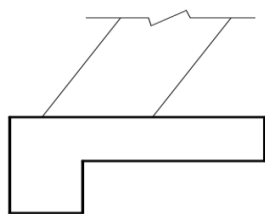
W - расчетное сейсмическое ускорение при землетрясениях;

T - период колебания грунта при землетрясениях;

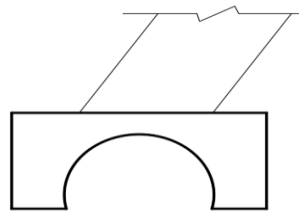
$\gamma_{\text{пр}}$ - средней объемный вес грунта и плиты;

k - конструктивный коэффициент зависит от степени вогнутости опорной плиты, $k = 0,45$.

Исследованные надземные пешеходные переходы и их проектные решения позволяют утверждать, что возможные сейсмические силы не изменили конструкции. Протяженной длины переходы по железных дорогах. При продольном вдоль оси перехода динамическая жесткость не вызывает опасений. При поперечном воздействии сейсмической волны динамическая жёсткостью низкая и имеет значительную амплитуду колебаний. Для увеличения динамической жесткости рекомендуем опорные колоны проектировать с наклоном $\alpha = 15 \div 20^\circ$ –(рис 2).



Фундамент 1



Фундамент 2

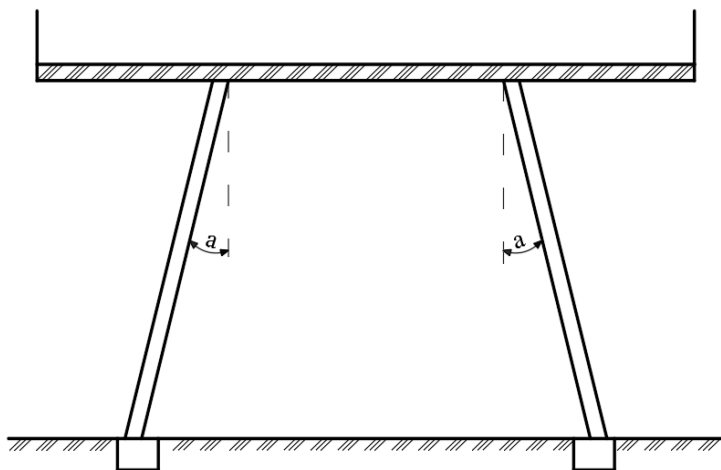


Рис. 2

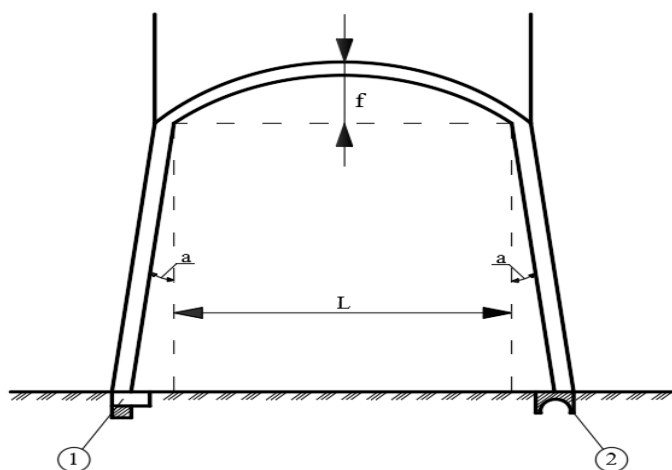


Рис 3.

Схемы надземного пешеходного перехода.
1-фундамент с «зубом»; 2-фундамент с вогнутой опорной частью.

Плиты перекрытия целесообразно проектировать арочными, что увеличивает динамическую жесткость всего сооружения, и снижает амплитуды колебаний, что увеличит степень сохранности при землетрясении (рис 3). Стрела арки $f = 0,05L$. Распор арки полностью нейтрализуется наклонными колоннами и рекомендуемой конструкцией фундамента. Расход арматуры в плитах снижается на 10%. Обеспечивается более лучший сток атмосферных осадков. Фундамент для конструкции (рис 3) целесообразно проектировать с «зубом» или со сферической опорной поверхностью, что обеспечит от горизонтального сдвига наклонных колонны.

Далее частичное разрушение наружных пешеходных переходов через железнодорожные пути могут привести к катастрофическим авариям, т.к. подвижной

ВЕСТНИК МЕЖДУНАРОДНОЙ АССОЦИАЦИИ ЭКСПЕРТОВ ПО СЕЙСМОСТОЙКОМУ СТРОИТЕЛЬСТВУ

состав быстро остановить невозможно, что приведет их к столкновению с разрушенными сооружениями.

Арочная плита перекрытия (рис 3) на 20% будет легче по весу чем на схеме (рис 2), что резко снижает сейсмические инерционные силы, а значит способствует сохранности инженерного сооружения. Сокращается армирование плиты на 8%, что снижает стоимости плиты.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Абдужабаров А.Х., Маруфий А.Т., Жалалдинов М.М. Влияние неполного контакта фундамента и основания на сейсмостойкость, транспортных сооружений. //ВЕСТНИК, КГУСТА, №3(45,II-том), Бишкек, 2014. С.32-36.*

2. *Абдужабаров А.Х., Хасанов Н.М., Якубов А.О. Воздействие наземного транспорта на подземные пешеходные переходы и тоннели мелкого заложения //Вестник, ТТУ 2/42 - Душанбе: ТТУ, 2018.*

3. *Хасанов Н.М., Абдужабаров А.Х., Тешаев У.Р. Сейсмостойкость конструкций водопропускных сооружений и подземных переходов. //Вестник гражданских инженеров. 2017. № 2 (55), г. Санк-Петербург. С.205-209.*