

М.Ч. АПСЕМЕТОВ КГУСТА им. Н. Исанова Бишкек, Кыргызская Республика
daiyr.90@mail.ru

М.СН. APSEMETOV KSUCTA n. a. N. Isanov Bishkek, Kyrgyz Republic

Д.К.МУРЗАКМАТОВ КГУСТА им. Н. Исанова Бишкек, Кыргызская Республика
daiyr.90@mail.ru

D.K. MURZAKMATOV KSUCTA n. a. N. Isanov Bishkek, Kyrgyz Republic

А.А. ПРИХОДЬКО КГУСТА им. Н. Исанова Бишкек Кыргызская Республика
lexuzz@yandex.ru

A.A. PRINODKO KSUCTA n. a. N. Isanov Bishkek, Kyrgyz Republic

А.А. ТОГУЗТОРОЕВ КГУСТА им. Н. Исанова Бишкек Кыргызская Республика
daiyr.90@mail.ru

A.A. TOGUZTOROEV KSUCTA n. a. N. Isanov Bishkek, Kyrgyz Republic

АНАЛИЗ ПОВРЕЖДЕНИЙ ЗДАНИЙ И МОСТОВЫХ СООРУЖЕНИЙ ПРИ СИЛЬНЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯХ

ANALYSIS OF DAMAGE TO BUILDINGS AND BRIDGE CONSTRUCTIONS AT STRONG EARTHQUAKES

Макалада күчтүү жер титирөө болгондо көпүрө курулмаларынын бузулушун талдоо каралган.

Өзөк сөздөр: жер титирөө, балл, магнитуда, талкалануу, көпүрө, имарат, тирөөч, тирөөчү бөлүк, дубал, кыш, чопо, топурак.

В статье анализируется повреждение мостовых сооружений при сильных землетрясениях.

Ключевые слова: землетрясение, балл, магнитуда, разрушение, мост, здание, опоры, опорные части, стена, кирпич, глина, грунт.

The article examines the damage to bridge constructions at strong earthquakes.

Key words: earthquake, score, magnitude, destruction, bridges, buildings, supports, supporting part, wall, brick, clay, soil.

Сильные землетрясения с магнитудой от 5 до 8,5 приводят к большим разрушениям зданий и сооружений и человеческим жертвам. Анализ землетрясений и повреждений зданий многими специалистами показал, что кирпичные здания без антисейсмическими мероприятиями разрушаются при 8 балльном землетрясении. Здания со стенами из самана, сырцового кирпича, глины (сокмо) и низкопрочных камней разрушаются при 5 и 7 балльных землетрясениях. Об этом свидетельствуют Тюпское, Суусамырское, Кочкорское, Чайчынское и др. землетрясения в Кыргызской Республике.

Мостовые сооружения разрушаются при землетрясениях 8,9 и более баллов. При проектировании мостовых сооружений ведется расчет их конструкций на подвижные и тормозные нагрузки от автомобилей. Величина тормозных сил достигает на величину, равной сейсмическим силам при интенсивности 7 баллов. Поэтому мостовые сооружения при 7 балльных землетрясениях не разрушаются.

Степень повреждаемости дорожных сооружений в зависимости от силы (балльности) землетрясений характеризуется следующими данными: при землетрясениях силой 7 баллов искусственные сооружения практически не страдают; в единичных случаях могут наблюдаться разрушения подпорных стен (преимущественно сухой кладки), оголовка труб, расстройство сопряжений мостов с подходами. При 8 балльных землетрясениях возможны существенные повреждения сооружений всех видов. При землетрясениях 9 баллов и выше эти повреждения носят массовый характер и могут привести к полному разрушению сооружений. Зависимость эта получена на основе анализа последствий ряда сильных землетрясений, в частности, она подтверждена опытом японских землетрясений в отношении мостов современного типа, осуществляемых с учетом антисейсмических мероприятий /1,2/.

Фактические данные о повреждениях дорожных сооружений подтверждают также известную зависимость проявления силы землетрясения от местных инженерно-геологических условий. Многочисленные факты показывают, что при рыхлых, слабых грунтах, неустойчивых склонах и берегах повреждения дорожных сооружений усиливаются и увеличиваются в объеме. В частности, при опорах, заложенных на коренных породах, мосты повреждаются в гораздо меньшей степени, чем при опорах на слабых грунтах. Нужно считать, что для больших мостов, опоры которых несут значительные нагрузки, влияние грунтово-геологических условий может быть более существенным, чем для гражданских и промышленных зданий. В тоннелях наиболее сильно повреждаются участки, расположенные в рыхлых водонасыщенных грунтах, то же можно сказать о трубах и подпорных стенах /2,3,4,5/.

Влияние материала сооружения наиболее четко прослеживается на примерах повреждения мостов. Как и следовало ожидать, менее всего повреждаются металлические и железобетонные мосты, наиболее уязвимы каменные и бетонные мосты или конструктивные элементы из этих материалов. Деревянные мосты при хорошем креплении их элементов успешно сопротивляются сейсмическому воздействию.

Ряд примеров выявляет влияние динамических параметров сооружений на развитие сейсмического эффекта. При отдаленных землетрясениях, характеризующихся низкочастотными регулярными колебаниями, наблюдались раскачка и повреждения гибких висячих мостов /6/. Наоборот, в эпицентральной зоне новозеландского землетрясения в условиях высокочастотных колебаний гибкие высокие стальные виадуки оказались неповрежденными /7,3/.

Анализ имеющихся фактических данных позволяет выявить характерные виды повреждений искусственных сооружений /1,2,6/. Для балочных мостов такой характерной деформацией является смещение пролетных строений по подферменным площадкам (вдоль или поперек моста), падение их с опорных частей, а при сильных землетрясениях – и с опор (одним или двумя концами). При этом повреждаются опорные части, крепящие их анкерные болты и оголовки опор. В массивных арочных мостах наиболее уязвимы щековые стены, в сквозных арочных (металлических и железобетонных) пролетных строениях – пятовые и замковые шарниры и соответствующие участки арок. При значительных смещениях опор возможно полное разрушение арочных мостов. В висячих мостах типичные повреждения связаны со сдвигом анкерных опор, деформацией пилонов, раскачиванием гибких пролетных строений или явлением их динамической неустойчивости.

Повреждения опор носят характер смещения в целом относительно исходного положения или нарушения целостности их частей. Наиболее часто встречающийся вид повреждения устоев – сдвиг, скольжение или наклон в сторону пролета. Промежуточные

опоры также испытывают наклоны, смещения в плане и оседание. Разрушение опор происходит в результате сдвига опор по горизонтальному шву или раскрытия шва с опрокидыванием вышележащей части. Трещины и разломы наблюдаются и в фундаментах опор, обычно на небольшой глубине от уровня грунта. Для свайных фундаментов на висячих сваях характерны значительные просадки, наклоны и разломы свай. Для всех видов мостов наиболее уязвимы места сопряжений устоев с подходными насыпями.

Анализ показывает, что наряду с воздействием сейсмических сил инерции, являющихся основной причиной повреждений, есть еще ряд обстоятельств, самостоятельно вызывающих повреждения или усугубляющих эффект действия инерционной нагрузки. Поэтому для правильного объяснения наблюдаемых повреждений следует учитывать весь комплекс основных факторов сейсмического воздействия, а именно: а) силы инерции горизонтального направления, вызывающие основные сейсмические усилия в сооружении в целом и его частях; б) силы инерции вертикального направления, создающие дополнительные сейсмические усилия, уменьшающие полезный эффект сил трения и снижающие запасы устойчивости сооружения и его частей; в) сейсмическое боковое давление грунта и воды; г) увеличение горного давления; д) снижение несущей способности некоторых (рыхлых, водонасыщенных) грунтов в условиях сейсмического воздействия; е) остаточные деформации грунтов; ж) вторичные явления в виде оползней, смещений неустойчивых пластов грунта и т.д.; з) пересечение сооружения тектоническими нарушениями (сбросы и т.д.).

В зависимости от вида сооружения и инженерно-геологических условий та или иная из указанных причин может играть главенствующую роль.

Для правильной оценки сейсмического эффекта очень важно установить качественный характер сейсмического воздействия. Анализ повреждений мостовых сооружений свидетельствует, что они обыкновенно являются результатом колебательных процессов и что воздействие сил инерции при землетрясениях носит ярко выраженный динамический характер.

Выше сказано, что мосты спокойно переносят 7 балльные землетрясения без повреждения, а кирпичные здания из сырцового кирпича разрушаются. Для примера представлен некоторые фотоматериалы. В Чайчинском землетрясении силой 7 баллов разрушены сотни домов, другие дома имели серьезные повреждения, а кирпичные здания с частичными антисейсмическими мероприятиями сохранились без повреждений.

На Рис.1. представлены фото материалы поврежденных и неповрежденных зданий в результате обследования последствий землетрясения с. Чайчы, Кара-Суйского района, Ошской области сотрудниками НИИ «Сейсмостойкое строительство» КГУСТА.

а)



б)





Рис.1. Поврежденные и неповрежденные здания в селе Чайчы: а - общий вид села Чайчы; б - повреждение дома из саманного кирпича; в - разрушение дома со стенами из кирпича сырца; г - повреждения дома без фундамента; д, е - не поврежденные здания.

На Рис.2. показаны фото материалы двух мостов в с. Чайчы. Балочный мост с металлическими пролетными строениями и плитный железобетонный мост перенесли землетрясения без ни каких повреждений.



Рис. 2. Балочные мосты после 7 балльного землетрясения в селе Чайчы: а - балочный мост с металлическими пролетными строениями; б - пролетные строения моста; в - ж/б плитный мост; г - опоры и плиты пролетного строения ж/б моста.

На Рис.3. показаны остаточные деформации в грунтах с. Чайчы после землетрясения.

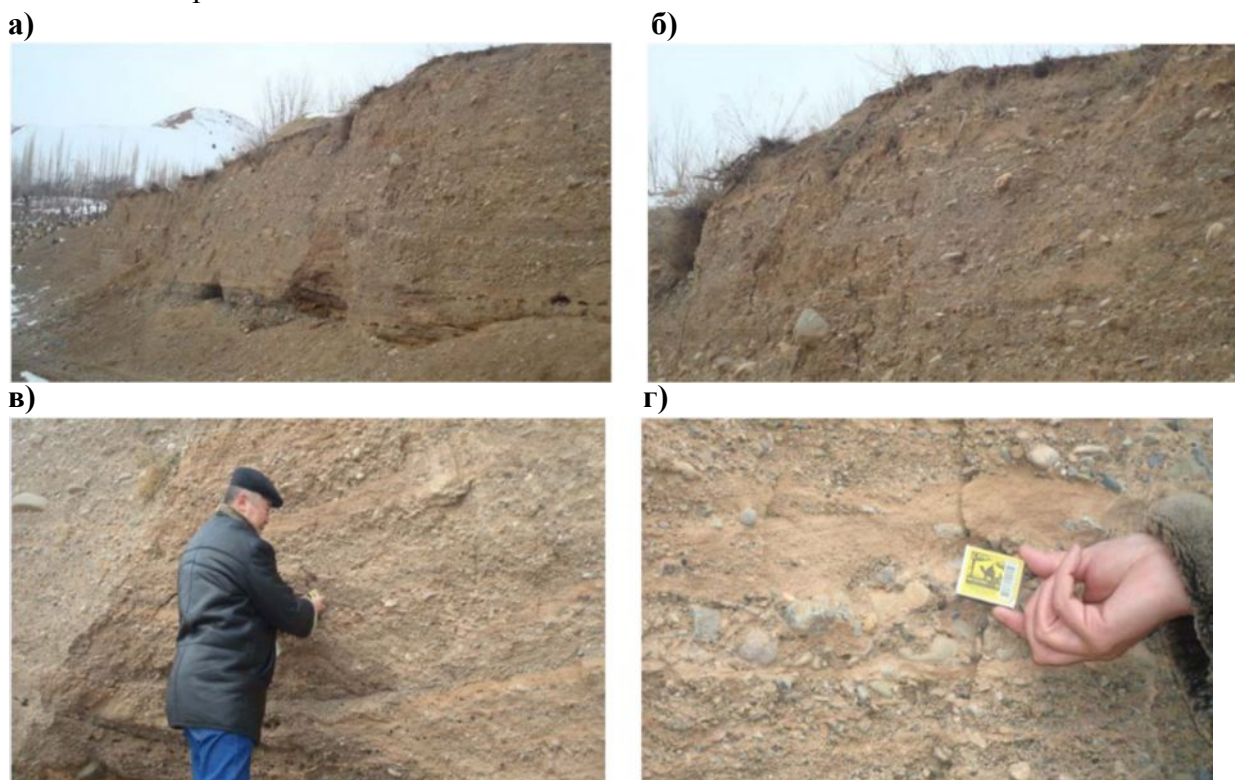


Рис. 3. Остаточные деформации в грунтах селе Чайчы после землетрясения: а, б - овраги с трещинами; в, г - Сравнение трещин в грунте для измерения.

Интенсивность землетрясения по обследованным материалам по шкале MSK-64 составляет 7 баллов. Из фотоматериалов и по обследованиям установлено, что мосты в селе Чайчы перенесли это землетрясение без повреждений.

Список литературы

1. Карцивадзе Г.Н. Повреждения дорожных искусственных сооружений при сильных землетрясениях [Текст] / Г.Н. Карцивадзе. - М.: Транспорт, 1969. - 56 с.
2. Карцивадзе Г.Н. Сейсмостойкость дорожных искусственных сооружений [Текст] / Г.Н. Карцивадзе. - М.: Транспорт, 1974. - 263 с.
3. Карцивадзе Г.Н. Сейсмостойкое строительство за рубежом [Текст] / Г.Н. Карцивадзе, С.В.Медведев, Ш.Г. Напетваридзе. - М.: 1962. - 223с.
4. Абдужабаров А.Х. Сейсмостойкость автомобильных и железных дорог [Текст] / А.Х.Абдужабаров. - Бишкек: КАСИ, 1996. - 226 с.
5. Переселенков Г.С. Основные принципы обеспечения сейсмостойкости транспортных сооружений в СССР [Текст] /Г.С. Переселенков, Г.С. Шестоперов //Сейсмостойкость транспортных и сетевых сооружений. - М.: Наука, 1986. - с.4-10.
6. Шестоперов Г.С. Сейсмостойкость мостов [Текст] / Г.С. Шестоперов. - М.: Транспорт, 1984. - 143 с.
7. Анализ последствий землетрясений при обследовании объектов транспортного строительства (США) [Текст] // Строительство в особых условиях. Сейсмостойкое строительство. - М.: ВНИИС, 1982. - сер. 14. - вып.9. - с.29-33.



8. Гольденблат И.И. Проектирование гидротехнических, транспортных специальных сооружений [Текст] / И.И.Гольденблат, К.С. Завриев и др. – Москва: Издательство литературы по строительству, 1971. - 280с.