УДК 699.841:69.059

Конструктивные решения повышения антисейсмических качеств здания при реконструкции

Кривелёв Л.И.
Государственный научно-исследовательский институт строительных конструкций (НИИСК), г.Киев

Проблема улучшения антисейсмических качеств существующих зданий и сооружений в процессе их реконструкции требует проведения классификации по признаку их способности противостоять сейсмическим воздействиям и возможности реализации определенной стратегии. Приведено техническое решение реконструкции ответственного здания с большепролетным железобетонным покрытием.

Современные объемы строительства, реконструкции зданий и сооружений с изменением их функционального назначения, возобновление незавершенного строительства, как никогда остро ставят вопросы обеспечения безопасной жизнедеятельности населения.

При этом особого внимания требуют учет старения материалов, повреждения и дефекты конструкций, возникшие в процессе строительства, длительного перерыва в строительстве и эксплуатации зданий, природных и техногенных проявлений.

Обращает на себя внимание и тот факт, что большая часть незавершенных объектов строительства, зданий и сооружений, выбранных для реконструкции, запроектирована по уже недействующим нормам и правилам, характеризуется различной степенью морального и физического износа. Их конструктивные схемы не всегда соответствуют современным требованиям по сейсмостойкости.

При реконструкции зданий обеспечение их сейсмостойкости в соответствии с современными требованиями должно происходить путем модификации ряда существующих элементов, введения новых элементов, изменения свойств оснований и конструкций фундаментов, снижения масс внешних и внутренних ограждающих конструкций, снижения временных длительно действующих нагрузок на верхних этажах зданий, а иногда и изменением назначения зданий.

Анализ технических решений, применяемых в ходе реконструкции зданий, свидетельствует о целесообразности введения в конструктивную систему дополнительных стен, срезающихся при действии инерционных сейсмических сил и, вследствие возникновения сухого трения, рассеивающих энергию колебаний. В основном, предлагаемая стратегия может быть реализована и при восстановлении эксплуатационных качеств зданий, подвергнувшихся воздействию землетрясений. Конструктивные решения, реализуемые в этих случаях, предусматривают возведение дополнительных внутренних стен-диафрагм, которые в будущем при новом землетрясении могли бы срезаться и рассеивать механическую энергию колебаний трением срезанных поверхностей.

Более сложным решением является устройство внешних стальных или железобетонных рам, связанных со зданием. Возможность рассеивания энергии в таких рамах реализуется двумя способами. Первый состоит в устройстве диагональных раскосов между несколькими вертикальными рядами рам, принцип работы которых подобен работе автомобильных амортизаторов. Второй, более простой и более привычный для практики строительства способ - соединение колонн и ригелей таких рам с трением.

В качестве примера приведем конструктивные решения повышения сопротивляемости сейсмическим воздействиям реконструируемого здания, разработанные НИИСК. Здание возведено в 80-е годы прошлого столетия в столице Украины г.Киеве [1-3], для которого согласно сейсмическому районированию при строительстве не требовалось прибегать к мерам конструктивной защиты (расчетная сейсмическая интенсивность для г.Киева по шкале *MSK*-64 была равна 4 баллам). Вместе с тем, конструкция здания, длительное пребывание последнего в неэксплуатируемом состоянии, его назначение, предполагающее после реконструкции пребывание достаточно большого количества людей изменение строительных норм и правил [4], требовало учета ответственности здания.

Такие меры были предприняты Киевской городской госадминистрацией по отношению ко всем зданиям г.Киева, имеющим большепролетные покрытия, после известных трагических событий в московском Аквапарке.

Здание в плане имеет размеры 36,0х36,0 м [5]. Первый этаж здания выполнен на основе конструкций каркасной системы ИИ-04М. Второй этаж - зальное помещение размером 36,0х36,0 м, перекрытое сборной железобетонной оболочкой двоякой положительной кривизны, очерченной по поверхности кругового переноса. Оболочка покрытия опирается по контуру на колонны, являющиеся продолжением индивидуальных контурных колонн первого этажа.

В конструктивной системе здания в уровне первого и второго этажей отсутствовали связи, которые могли бы воспринимать горизонтальные нагрузки. Вместе с тем, покрытие здания, обладающее значительной массой, даже при 4-бальном землетрясении создало бы достаточно большие нагрузки такого плана.

Оболочка покрытия представляет собой систему конструкций, возведенных без поддерживающих лесов. Данная система покрытия характеризуется наличием в сборных элементах значительных ребер, предназначенных для восприятия монтажных нагрузок, что увеличивает общую массу покрытия. В ходе обследования установлено, что объёмная масса утеплителя не соответствовала проектной и существенно ее превышала [6].

Здание имеет значительную высоту. Высота первого этажа - 3,9 м, угловых колонн, поддерживающих оболочку, - 9,0 м; средних контурных колонн, поддерживающих оболочку, - 12,6 м. Шелыга оболочки расположена на отметке 16,2 м. С учетом изложенного инвестору реконструкции было предложено реализовать комплекс конструктивных мероприятий для снижения риска разрушений при землетрясениях.

На рисунке 1, наряду с поперечным разрезом, приведены схематизации здания в виде систем с двумя степенями свободы до реконструкции (б) и одной степенью свободы после реконструкции (в).

Собственно оболочка покрытия была усилена, вследствие несоответствия действующих расчетных нагрузок ее несущей способности. С этой целью в монтажные отверстия сборно-монолитного опорного контура были поставлены угловые стяжки, которые усилили наиболее напряженные зоны оболочки.

Первый этаж здания был усилен установкой в нескольких местах в двух направлениях портальных стальных связей между колоннами. Тем самым предполагалось, что при относительно слабых сейсмических воздействиях первый этаж мог бы рассматриваться как жесткое тело, и колебания вызывались бы только в пределах второго этажа.

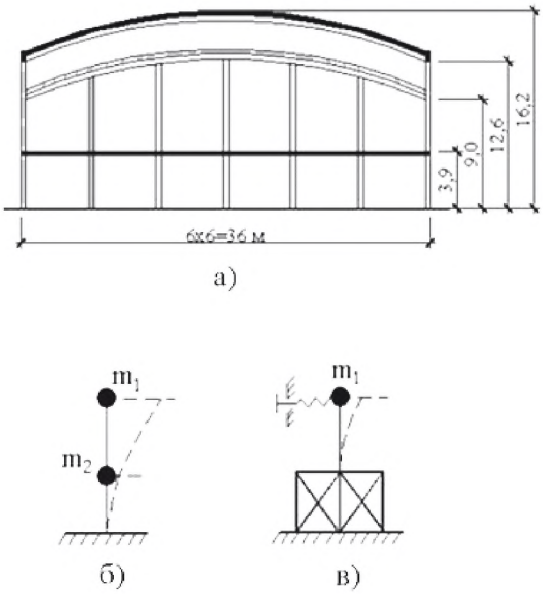

Рисунок 1. Реконструированное здание:
а – поперечный разрез;
б – схематизация конструктивной системы до реконструкции;
в – то же после реконструкции

Между колоннами второго этажа были установлены крестообразные связи, которые симметрично располагались во вторых от углов здания шагах опорного контура. Со стороны главного входа в здание часть перекрытия над первым этажом вырезана (для устройства лестниц парадного выхода на второй этаж). На этой стороне контура были устроены двухэтажные крестообразные связи. Следует отметить, что конструкция связей второго этажа была разработана с учетом подходов технической эстетики.

Схематически установленные связи показаны на рисунке 2.

Конструкция связей на контуре оболочки и технология монтажа предполагала установку последних в неподтянутом, но без наблюдаемого провисания, виде. Тем самым была создана адаптивная система элементов, которая при колебаниях, включаясь в работу, изменяла бы динамические характеристики системы второго этажа и выводила бы её из опасного резонансного диапазона.

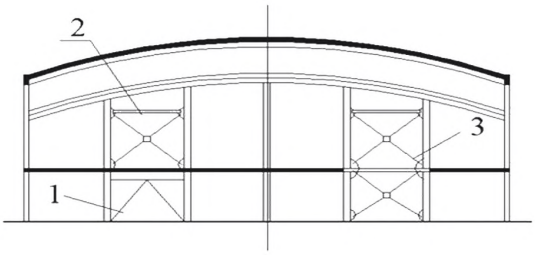

Рисунок 2. Дополнительные связи в реконструированном здании:
1 - связи 1-го этажа; 2 - связи 2-го этажа; 3 – двухэтажные связи

Помимо описанных главных связевых систем в пределах части второго этажа был возведен антресольный этаж, стальной каркас которого также включал в себя систему связей и был соединен с контурными колоннами оболочки. В этой части здания связи второго этажа не ставились. В целом это нарушало симметрию системы, но не противоречило общей цели повышения сейсмостойкости здания в результате реконструкции.

Выводы

1. Активизация сейсмической деятельности Земли требует принятия мер антисейсмической защиты существующих зданий. С учетом ответственности зданий такие меры должны реализовываться в ходе реконструкции и в регионах, где расчетная сейсмичность не предполагает принятия конструктивных мер защиты зданий.

2. Для реализации стратегии повышения сейсмостойкости существующих зданий необходимо проведение анализа конструктивных систем и проектных решений по повышению их сейсмостойкости на основе государственных или региональных программ. Предполагается, что в ходе такого анализа могут быть установлены типы зданий, описаны их технические решения, установлена корректность последних и систематизированы ошибочные решения.

3. Приведенный пример технических решений повышения сопротивления зданий сейсмическим воздействиям иллюстрирует подход к реконструкции ответственного здания с большепролетным покрытием.

Перечень ссылок

1. **Столовая на 530 посадочных мест**. Предприятие п/я Р-6028 в г.Киеве. Строительная часть, рабочие чертежи/ Разраб. предприятием п/я Р-6655.-1092.- 25 л.
2. **Покрытие столовой предприятия п/я Р-6028**. Сборная железобетонная оболочка положительной кривизны размером 36х36 м, монтируемая без поддерживающих конструкций/ Разраб. КиевЗНИИЭП. - К., 1972. - 46 л.
3. **Виконання інженерно-геологічних вишукувань та топографо-геодезичних робіт по трасі проектного газопроводу до будівлі УВК по проспекту 50-річчя Жовтня, 26в в м. Києві**. Інженерно-геологічні вишукування/ Укр. держ. ін-т по проектуванню підприємств рибного господарства і промисловості «Укррибпроект»; Керівн. О.Савич. - 672-2004-ГМ. - К., 2004. - 20 с.
4. **ДБН В.1.1-12:2006** Будівництво в сейсмічних районах Україні. – На заміну СНиП II-7-81*. – Чинні від 2007-01-02. – Київ: Мінбуд України, 2006. – 84 с.
5. **Сборная железобетонная оболочка положительной кривизны размером 36х36 м**. Проект производства работ/ Разраб. КиевЗНИИЭП. - К., 1973.- 9 л.
6. **Обстеження технічного стану будівельних конструкцій будівлі учбово-виробничого корпусу, орендованого ТОВ «Торгкомплект», по просп. 50-річчя Жовтня,2б, в м.Києві**. Технічний висновок щодо стану конструкцій будинку/ Звіт про НТР. - Наук.-досл. ін-т будів. констр. - К. – Керівник П.Кривошеєв. - Авт. Л.Крівєльов, Г.Овсепян, С.Волкова. -2004. - 74 с.

Получено 28.05.2010