

ЧИСЛЕННЫЙ АНАЛИЗ РАБОТЫ КОНТАКТНОГО СТЫКА ИЗ ПЕНОБЕТОНА НЕАВТОКЛАВНОГО ТВЕРДЕНИЯ

Костюк А. И., к.т.н., доцент, Зазуля Д. О., аспирант
Одесская государственная академия строительства и архитектуры, Украина

В статье представлены результаты численного эксперимента по изучению напряженно-деформированного состояния опорных сечений стеновых панелей из пенобетона неавтоклавного твердения. Описаны характерные закономерности изменения напряжений в различных сечениях приопорных участков.

В наше время большую актуальность приобретает использование энергоэффективных конструкций. К таким конструкциям можно отнести конструкции из пенобетона, в частности из пенобетона неавтоклавного твердения. В связи с тем, что стеновые панели из пенобетона неавтоклавного твердения используются в практике строительства в небольших объемах, их напряженно-деформированное состояние мало изучено. Авторы ставят целью изучить напряженно-деформированное состояние опорных сечений и влияние косвенного армирования на несущую способность стыковых соединений таких панелей.

В ходе исследований [1] авторами рассматривались различные виды усиления опорной части панели (сетка косвенного армирования и кольцевая обойма, стыки, выполненные на фланцах из листовой стали) и различные толщины растворных швов. Результаты показали, что тонкие растворные швы способны выдерживать напряжения, многократно превышающие их кубиковую прочность, а указанные мероприятия по усилению способствуют увеличению несущей способности стыка сжатых элементов, выполненного на тонких растворных швах.

В статье [2] говорится о прочности платформенного стыка, имеющего два растворных шва. Она зависит от марки раствора швов, наличия уступа в стыке (за счет разной толщины перекрытий), глубины опирания плит перекрытий.

Возможный вариант повышения трещиностойкости опорного сечения стеновой панели предлагается в работе [3]. Автор более целесообразным считает применять косвенное армирование опорной части панелей не сетками, а поперечными стержнями с надежными анкерными устройствами на концах.

Первые экспериментальные исследования стыков и растворных швов крупноблочных зданий были проведены в 1933 г. в ЦНИПС С. А. Семенцовым. И продолжались в 1937 г., 1950 г., 1953 г., 1955 г., 1954 г. По результатам экспериментально-теоретических исследований в ЦНИИЭПжилища и ЦНИИСК им. Кучеренко были разработаны инструкция [4] и пособие [5].

В настоящее время наиболее активно изучением работы стыковых соединений крупнопанельных зданий занимается лаборатория Железобетонных и каменных конструкций Казанского Государственного Архитектурно-Строительного Университета. Авторами работы [6] разработана методика расчета комбинированных стыков по прочности, которая базируется на теории сопротивления анизотропных материалов сжатию и отражает механизм их разрушения.

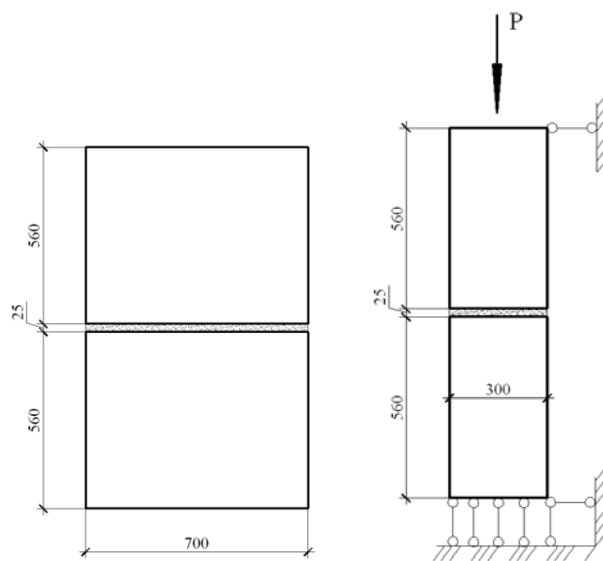


Рис. 1. Модель испытываемого элемента и его расчетная схема.

Настоящая статья посвящена анализу результатов численного эксперимента. Рассматривался контактный стык [7], смоделированный в программном комплексе ЛИРА 9.4, который реализует метод конечных элементов. В модели были использованы конечные элементы типа 36 - универсальный пространственный восьмиузловой изопараметрический конечный элемент и типа 41 - универсальный прямоугольный конечный элемент оболочки. На нижнюю грань образца были наложены ограничения по перемещениям (повороты разрешены), на верхнюю – ограничение на перемещение вдоль оси y . Расчет выполнен в линейной постановке.

Образец состоит из двух призм с размерами 560x700x300 мм, соединенных между собой раствором швом толщиной 25 мм (рис. 1). Каждая призма состояла из объемных элементов («кубиков») с размером ребра 25 мм. Рассматриваемые сечения располагаются на уровне шва, на уровне первой сетки – 1 (25 мм от шва), на уровне второй, третьей и четвертой сеток – 2, 3 и 4 соответственно (с шагом 50 мм) в верхней призме; в нижней призме нумерация сечений зеркальная с обозначением 1', 2', 3' и 4' соответственно.

Результаты расчета представлены в виде графиков на рис. 3.

Пенобетон принят плотностью 900 кг/м³ и с модулем упругости 0.42 МПа, предельная прочность бетона – 59 МПа; модуль упругости раствора принят 20 МПа.

Как видно по графикам в торцевой части элементов в области шва напряжения увеличиваются с увеличением эксцентриситета и уменьшаются с появлением сеток косвенного армирования.

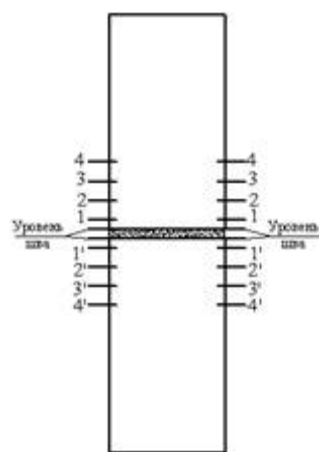


Рис. 2. Схема расположения рассматриваемых сечений

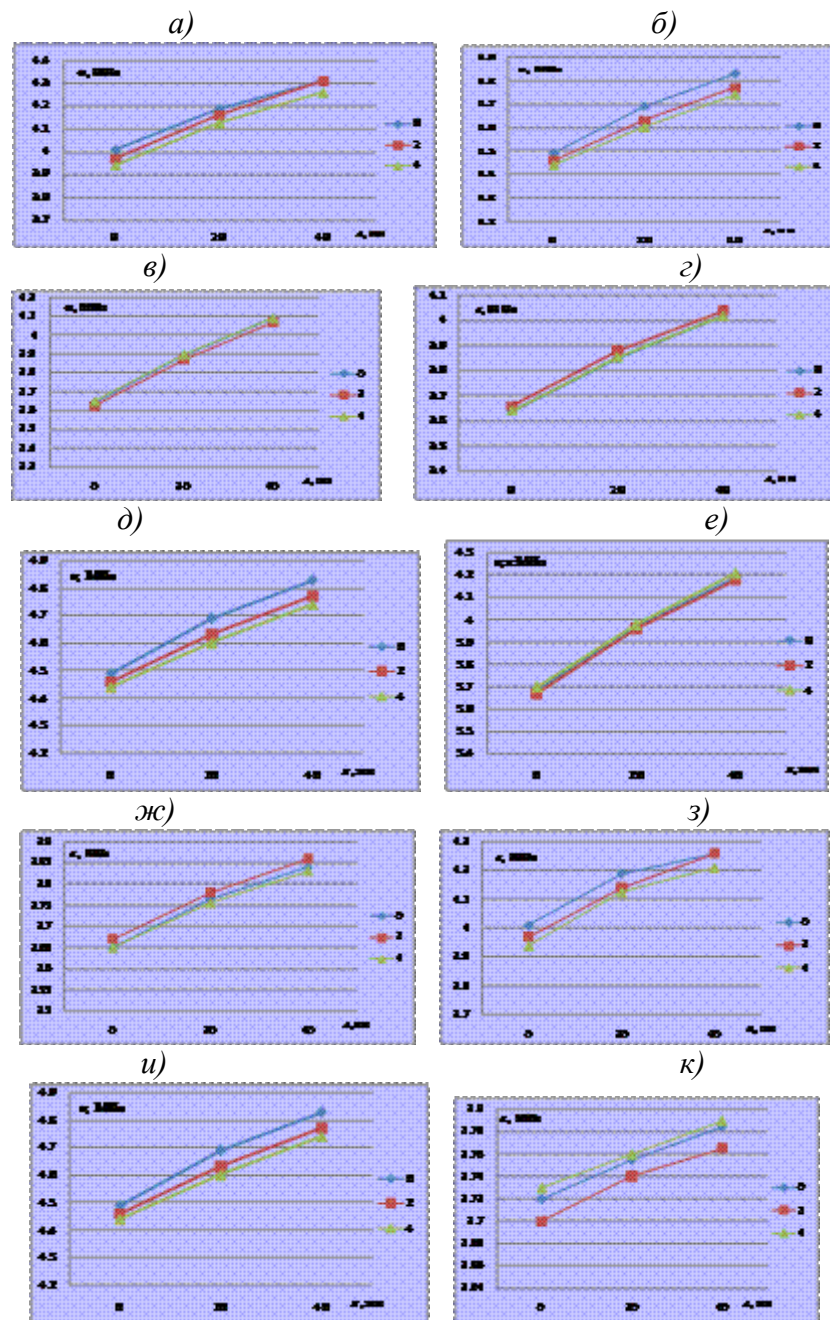


Рис. 3. Зависимость напряжений сжатия σ , kH/m^2 , в опорных сечениях элементов панелей от величины эксцентриситета приложения нагрузки: а – в уровне шва (торец верхней призмы), б – в уровне сечения 1 (25 мм от торца верхней призмы), в – в уровне сечения 2 (75 мм от торца верхней призмы), г – в уровне сечения 3 (125 мм от торца верхней призмы), д – в уровне сечения 4 (175 мм от торца верхней призмы), е – в уровне шва (торец нижней призмы), ж – в уровне сечения 1' (25 мм от торца нижней призмы), з – в уровне сечения 2' (75 мм от торца нижней призмы), и – в уровне сечения 3' (125 мм от торца нижней призмы), к – в уровне сечения 4' (175 мм от торца нижней призмы)

В уровне сечений 1 и 1' напряжения уменьшаются по сравнению с торцевыми сечениями и влияние сеток также «расслабляет» сечения.

В уровне сечений 2 и 2' напряжения ниже, чем в предыдущем, однако при наличии двух сеток косвенного армирования происходит концентрация напряжений вокруг второй

сетки. Ситуация меняется при наличии уже четырех сеток и в сечении незначительно понижаются напряжения в уровне 2', а в уровне 2 сравниваются с теми, что были в сечении без усиления.

В уровне 3 и 3' можно наблюдать увеличение напряжений до уровня при нулевом количестве сеток косвенного армирования, что позволяет сделать предварительный вывод о том, что 4 сетки должного эффекта не дают. При наличии двух сеток наблюдается небольшое снижение напряжений.

При рассмотрении графиков напряжений в уровне 4 и 4' можно заметить, что должный эффект расслабления сечения появляется только в сечении 4'.

В качестве вывода, исходя из анализа полученных данных, можно отметить, что косвенное армирование сетками торцевых участков дает не однозначный эффект в различных частях образца относительно шва. В нижней части панели эффективны лишь 2 сетки, а в верхней части – 4.

SUMMARY

In the paper are reviewed the results of the numerical experiment of the research stress-strain condition of support sections of wall panels from self-consolidated foam concrete. Typical regularities of the stress changing in different sections of support parts are described.

ЛИТЕРАТУРА

1. Дроздов П. Ф., Горшков Ю. К., Паньшин Л. Л. Сжатые растворные стыки/ Жилищное строительство, 1975, №6, с.9-10
2. Цаплев Н. Н. Платформенный стык в зданиях повышенной этажности/ Жилищное строительство, 1975, №4. – с. 14-15
3. Моцевитин Т. Г. Трещиностойкость и прочность платформенных стыков внутренних несущих стен/ Жилищное строительство, 1982, №2. - с.15-16
4. ВСН 32-77. Инструкция по расчету стыков панелей жилых и общественных зданий
5. Пособие по проектированию жилых зданий. Вып. 3. Конструкции жилых зданий (к СНиП 2.08.01-85). - М. : СтройИздат, 1989. - 304 с.
6. Соколов Б. С., Никитин Г. П. Совершенствование методики расчета комбинированных стыков панелей зданий/ Вестник ТГАСУ, №1. – 2007, с.81-89.
7. Костюк А. І., Зазуля Д. О. Напружено-деформований стан опорних перерізів стінових панелей із пінобетону неавтоклавного твердіння. Передумови вивчення / Вісник ОДАБА, №38. – 2010, с.361-364.