

АНАЛИЗ РАСЧЕТНОГО И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО МЕТОДА ОПРЕДЕЛЕНИЯ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ КАМЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Клименко Е.В.¹, д.т.н., проф., Шаповал С.Л.², к.т.н., доц.,
Гринева И.И.¹, магистрант

¹Одесская государственная академия строительства и архитектуры

²Киевский национальный торгово-экономический университет

Каменные конструкции, широко использовались во все времена и этот материал есть одним из самых древних в истории строительства. В период индустриализации строительного производства каменные конструкции как такие, которые не соответствовали уровню развития техники и не отвечали требованиям механизации, применялись, по сравнению со сборными железобетонными, редко, а исследования их работы – было практически полностью свернуто. В настоящее время каменные конструкции нашли свое оптимальное применение как в ограждающих, так и в несущих конструкциях. Оптимальным есть сочетание этих функций, тем более с использованием эффективных методов утепления. Однако, широкое внедрение каменных конструкций сдерживается недостаточной изученностью их работы, не точностью определения параметров напряженно-деформированного состояния (НДС), т.е. несовершенством их расчета. Основным недостаток при теоретических расчетах заключается в неучтенных факторах (неоднородность кладки, реального напряженно-деформированного состояния, диаграммы работы материалов и т.п.) и упрощенном эмпирическом подходе, который не описывает действительную работу конструкции.

Конструкции, выполненные с применением каменной кладки относятся к композиционным материалам. Под композиционным следует понимать искусственно созданный, сплошной материал из двух или более компонентов, каждый из которых вводится в состав для предания ему недостающих свойств, однако необходимых для получения высоких прочностных и деформационных характеристик.

Используя экспериментальный метод можно с помощью натуральных испытаний изучить работу конструкций, выяснить параметры напряженно-деформированного состояния и, на этой основе – разработать методы расчета каменных конструкций.

Данная работа посвящена экспериментально-теоретическим исследованием прочности каменной кладки при действии местного сжимающего усилия, т.е. при смятии.

Исследовались два наиболее распространенных случая местного приложения сжимающего усилия:

- 0 на всю ширину сечения стены (рис. 1);
- 1 на край элемента по всей ширине сечения стены (рис. 2).

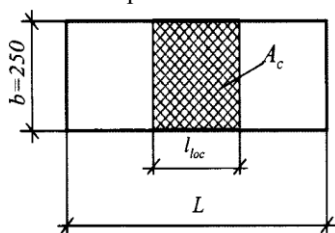


Рис.1. Нагрузка на средней части по всей ширине сечения стены

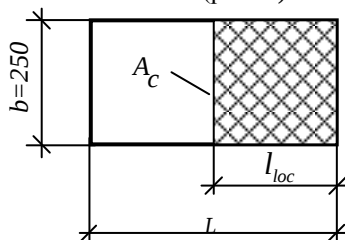


Рис.2. Нагрузка на край по всей ширине сечения стены

Для проведения натурного эксперимента были изготовлены опытные образцы. При этом образцов-столбцов использовался кирпич глиняный обычный М 100 и цементный раствор в соотношении 1:6. Образцы для испытания столбцов на кратковременное действие сжимающих усилий размещали под прессом симметрично относительно осей шарниров и центрировали для равномерного распределения давления. Для измерения деформаций использовали индикаторы часового типа ИЧ-10 с ценой деления 0,01мм, а для измерения прогибов 6ПАО-ЛИСИ с такой же ценой деления. Для получения достоверных данных, касающихся деформации на кирпич наклеили тензорезисторы на бумажной основе с базой 50 мм. Данные с тензорезисторов снимались автоматически. Нагрузку увеличивали с шагом 1/20 от ожидаемого разрушающего усилия, полученного с помощью расчетов и задержкой 5...6 минут. На момент испытаний возраст образцов был не меньше 28...30 дней.

Влияние местного приложения нагрузки на фрагмент каменной кладки изучалось на опытных образцах-стенках. Для таких образцов использовалась многорядная кладка с тычковой перевязкой в 6 ряду. Образцы подвергали равномерно распределенному давлению (по площади нагружения) через металлические штампы. Для создания шарнира нагрузка на штамп центрировалась через металлический шарик диаметром 30мм, который устанавливали в заглаблении, в центре. На образцах использовалось две группы измерительных приборов: первая – для фиксирования вертикальных и горизонтальных деформаций (индикаторы часового типа ИЧ-10 с ценой деления 0,01 мм), а вторая – для измерения отклонений от оси начального положения в вертикальном перемещении (прогибомер типа 6 ПАО-ЛИСИ). Нагрузка также передавалась ступенчато, приблизительно по

1/20 от расчетного разрушающего усилия и шагом 5-6 мин. За критерий разрушения стенки принимали неспособность исследуемого образца воспринимать возрастающее усилие. На момент испытаний возраст образцов был меньше 28...30 дней. Схему расположения индикаторов часового типа и тензорезисторов показано на рис. 3, 4, 5.

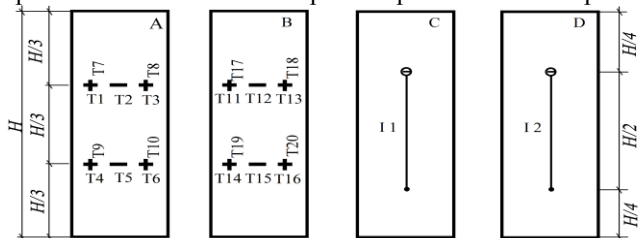


Рис.3. Схема расположения измерительных приборов на гранях столбцов: T1, T2, T3, T4, T5, T6, T11, T12, T13, T14, T15, T16 – поперечные деформации; T7, T8, T9, T10, T11, T17, T18, T19, T20, I1, I2 – продольные деформации

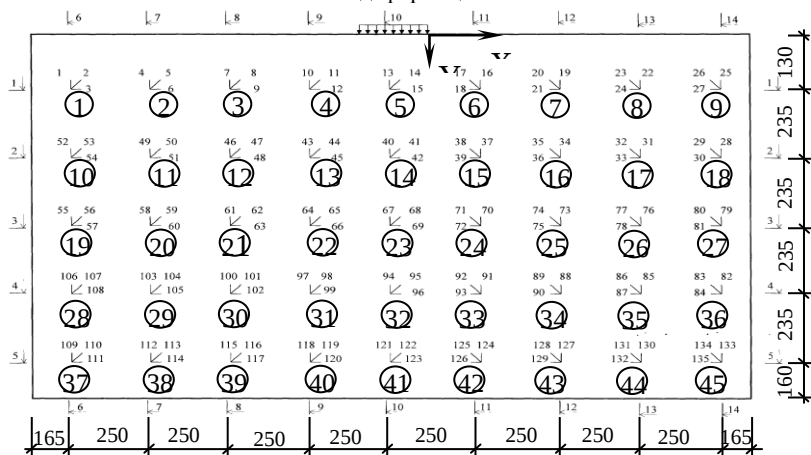


Рис.4. Схема расположения тензорезисторов на стенках

В результате испытания каменных столбцов на центральное сжатие получено экспериментальные значения границы прочности и проведено сравнение с нормативными данными, полученными по формулам Л.И.Онищика. Результаты на рис. 7.

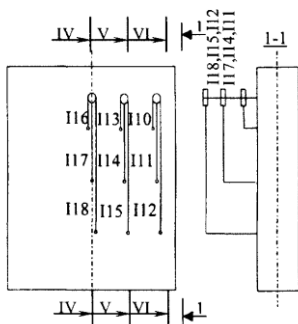


Рис.5 Схема размещения индикаторов часового типа для определения поперечных деформаций

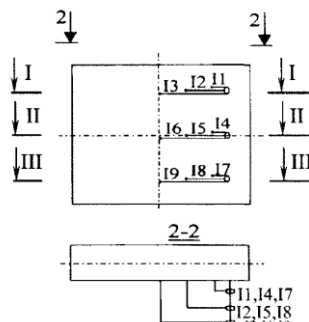


Рис.6 Схема размещения индикаторов часового типа для определения продольных деформаций

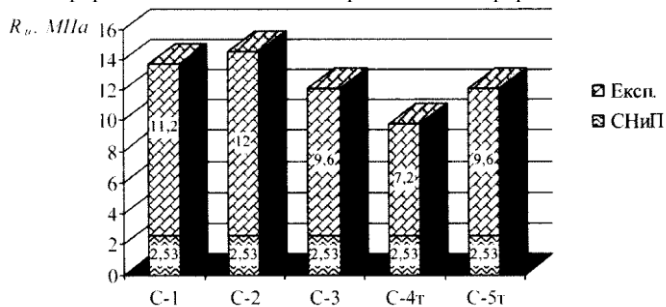


Рис.7. График сравнения расчетного и экспериментального метода определения границы прочности каменной кладки, C-1, C-2, C-3, C-4т, C-5т -образцы

Анализ полученных результатов указывает на занижение нормативной границы прочности по сравнению с экспериментальными данными в 2,8-4,7 раза. Наблюдая за проведением опыта и характером разрушения выявлена почти линейная зависимость “напряжения/деформации” в отличие от нормативной. Разрушение началось с появлением вертикальных трещин. Во время испытаний каменных столбцов наблюдалось хрупкое разрушение. В верхних рядах наблюдалось разрушение верхнего слоя камня. Первые трещины появились при напряжении $N/N_u = 0,83...0,92$.

В результате испытания каменных стенок было выявлено, что соотношение длины к высоте не влияет на границу прочности образца. Разделили образцы каменных стенок на 2 группы, исходя из схемы нагружения конструкций конструкции и характера наблюдаемых разрушений.

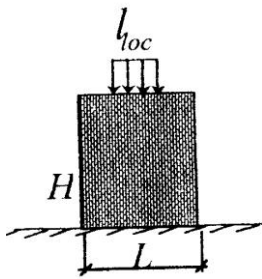


Рис.8. 1 группа – нагрузка по центру

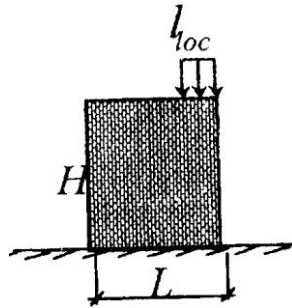


Рис.9. 2 группа – нагрузка у края

Для первой группы стенок выявлено два характера разрушения: раскол-смятие, смятие-раскол. Для второй группы стенок выявлено так же 2 характера разрушения: смятие, раскол. На несущую способность местно сжатой кладки в большой степени влияет площадь A_{loc} , через которую передается местное напряжение. С увеличением соотношения l_{loc}/L уменьшается угол наклона между наклонной трещиной (появление которой было характерно для большинства образцов первой группы) и вертикалью.

Вывод. В результате проведения сравнения экспериментальных данных и расчетных выявлено занижение границы прочности в среднем на 50-100%, что в свою очередь не рационально с экономической точки зрения.

Summary

This article is about the analysis and calculated of an experimental method for determining the boundaries of the strength of masonry structures. Purpose of the study was to determine the boundary strength and compare the data two ways. We consider two variants of distribution of load on the stone pillars and stone walls. Analysis of the results indicates an understatement regulatory boundaries strength as compared with the experimental data in 2,8-4,7 times.

1.Клименко С.В., Шаповал С.Л. Кам'яні конструкції: дослідження місцевих навантажень: монографія/С.В.Клименко, С.Л.Шаповал. – К.:Київ.нац.торг.-екон. ун-т, 2012. – 176с. 2.Вахненко П.Ф. Про міцність кам'яної кладки при місцевому її стисненні/ П.Ф.Вахненко, С.Л.Шаповал//зб."Галузеве машинобудування, будівництво"/Полтав. Держ.техн. ун-т ім. Юрія Кондратюка. – Полтава:ПДТУ ім.Юрія Кондратюка, 1999. – Вип.4. – С.185-192.