

Мкртчян Аксель Мгерович
Ростовский государственный строительный университет, кафедра ЖБиКК
Аспирант
Mkrtchyan Aksel Mher
Rostov State University of Civil Engineering
Graduate student
E-Mail: Aksel555@engineer.com

05.23.01 Строительные конструкции, здания и сооружения

Сопротивление железобетонных колонн из высокопрочного бетона кратковременным нагрузкам

The resistance of reinforced concrete columns of high-strength concrete
short-term load

Аннотация: В статье приводятся результаты и анализ выполненного авторами экспериментального исследования высокопрочных бетонов и железобетонных колонн из высокопрочного бетона класса В 87 и В 109. Так, указаны прочностные и деформационные характеристики используемых бетонов, а так же даны результаты по несущей способности конструкции. Сделан анализ и даны выводы по Сопротивление железобетонных колонн из высокопрочного бетона кратковременным нагрузкам

Abstract: The paper presents the results and analysis of the authors' experimental study of high-strength concrete and reinforced concrete columns of high-strength concrete class B 87 and B 109. Thus, these strength and deformation characteristics of concrete used, and also presents the results on the bearing capacity of the structure. The analysis and conclusions are given on resistance of reinforced concrete columns of high-strength concrete short-term load

Ключевые слова: Высокопрочный бетон; деформационные свойства; диаграмма деформирования; результаты экспериментов; гибкие колонны; относительные эксцентриситет.

Keywords: High-strength concrete; deformation properties; stress-strain diagram; the results of experiments; flexible tower; the relative eccentricity.

Использование высокопрочного бетона в железобетонных конструкциях, особенно в сжатых железобетонных конструкциях в частности колоннах, в последние годы резко увеличилась. Преимущество данных конструкции в том, что используя высокопрочный бетон в конструкциях, в отличие от обычного бетона, в сжатых элементах можно сократить размеры поперечного сечения и количество используемой арматуры при одинаковой несущей способности [6]. Но с другой стороны, при одинаковой высоте с уменьшением размеров сечения, увеличивается гибкость конструкции.

Несмотря на выше численные ряд преимуществ, железобетонные колонны из высокопрочного бетона используются с осторожностью, так как глубоко не изучены их свойства.

В связи с этим специалистами Ростовского государственного строительного университета была поставлена задача изучить характеристики и свойства высокопрочных

бетонов классов В70...В110, а также особенностей их работы, влияющие на прочность и деформативность железобетонных конструкций. В первой части исследований на центральное сжатие кратковременной нагрузкой были испытаны бетонные кубы с размерами грани 100 мм и 150 мм и призмы размером 100x100x400 мм и 150x150x600 мм.

Для получения и исследования конструктивных свойств высокопрочных бетонов класса до В110 были использованы материалы из РА. В качестве крупного заполнителя применялся базальтовый щебень ереванского месторождения фракции 5-20 мм, мелкий заполнитель – Тандзутский кварцевый песок с модулем крупности 3,1 [3, 7].

Во второй части испытывались железобетонные колонны, в общем, количестве 18 штук. Все испытания кубов и призм сделаны в соответствии с нормативной документацией [4, 5].

Все железобетонные колонны имеют прямоугольные сечения с размерами 120x250 мм и 100x200 мм. План эксперимента приведен в таблице 1.

Таблица 1

План эксперимента колонн

Шифр колонн	h мм	b, мм	λ	μ , %	L_0 , мм	e_0/h	Соответствующий класс бетона
1	2	3	4	5	6	7	8
К-8,33-1,5-0	120	250	8,33	1,5	1000	0	В87
К-16,67-1,5-0	120	250	16,67	1,5	2000	0	
К-25-1,5-0	120	250	25,00	1,5	3000	0	
К-8,33-1,5-0,2	120	250	8,33	1,5	1000	0,2	
К-16,67-1,5-0,2	120	250	16,67	1,5	2000	0,2	
К-25-1,5-0,2	120	250	25,00	1,5	3000	0,2	
К-8,33-1,5-0,5	120	250	8,33	1,5	1000	0,5	
К-16,67-1,5-0,5	120	250	16,67	1,5	2000	0,5	
К-25-1,5-0,5	120	250	25	1,5	3000	0,5	
КЛ-30-3,4-0	100	200	30	3,4	3000	0	В 109
КЛ-30-3,4-0,2	100	200	30	3,4	3000	0,2	
КЛ-30-3,4-0,5	100	200	30	3,4	3000	0,5	
КЛ-30-2,26-0	100	200	30	2,26	3000	0	
КЛ-30-2,26-0,2	100	200	30	2,26	3000	0,2	
КЛ-30-2,26-0,5	100	200	30	2,26	3000	0,5	
КЛ-20-2,26-0	100	200	20	2,26	2000	0	
КЛ-20-2,26-0,2	100	200	20	2,26	2000	0,2	
КЛ-00-2,26-0,5	100	200	20	2,26	2000	0,5	

Для более оптимального исследования было использовано два класса бетона В 90 и В 110, экспериментальные характеристики которых приведены в таблице 2. Средняя плотность бетонов колеблется от 2520 до 2650 кг/м³, а коэффициент Пуассона равно $\nu=0.192$. Кубы и призмы выдерживались в одинаковых условиях с колонной. Все образцы испытывались в возрасте 30 дней.

Полученный бетон соответствует классу по прочности на сжатие от В87 до В109.

Таблица 2

Экспериментальные характеристики бетона

Класс бетона	R, МПа	R _b , МПа	R _b / R	E _b , ГПа	ε _{b0} ·10 ⁵	$\Delta = \frac{R_b}{\varepsilon_{b0} E_b}$
В87	82.6	64.2	0,777	39,5	226	0,811
В109	112.5	86.9	0,772	45,7	269	0,681

Для получения деформационных свойств бетонов были испытаны бетонные призмы по специальной методике с помощью которого было получено диаграмма состояние бетона с нисходящей ветвью.

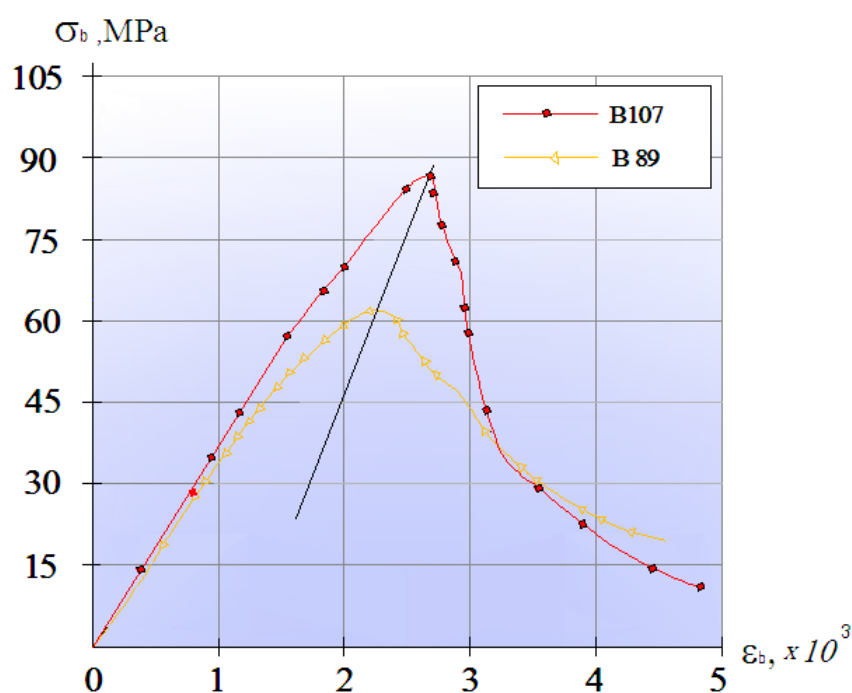


Рис. 1. Экспериментальные диаграммы «σ_b–ε_b» для высокопрочных бетонов

Доказано что наличие низкодвоящей ветви диаграммы влияет на расчёт для определения несущей способности конструкции [1].Этот факт даёт возможность сделать более точный анализ по нелинейной расчётной модели.

Длины колонн принимались ранее 1м, 2м, и 3 метра, что соответствует гибкостям 8.33, 16.67, 25 для сечения сечений 120x250 мм и 20,30 для сечения 100x200 мм. При гибкости λ=8 колонны работают как короткие стойки и продольный изгиб для таких колонн незначительно. Колонны гибкостью λ=20 и λ=30, работают уже как гибкие колонны, при этом прогиб на них влияет не сильно. Колонны с такими гибкостями часто встречаются в гражданской и промышленной строительстве.

Относительный эксцентриситет был принят e₀/h=0, 0,2 и 0,5 , так как в ряде ранее выполненных работа изучены железобетонные колонны только при малых эксцентриситетах. Влияние относительного эксцентриситета на несущую способность стойки особенно важно, если расчёт колонны ведётся по недеформированной схеме [2]. Колонны двух сечений

испытывались при трех относительных эксцентриситетах. Колонны имеют прямоугольные сечения, высота сечения была принята меньше ширины с целью предотвратить возможный выгиб элемента из плоскости. Для армирования образцов в качестве продольной арматуры использовалась арматура класс А500С диаметром 12 мм, в качестве поперечной использовалась арматура А240 диаметром 6мм. Изменение сечения образцов преследовало цель не изменяя диаметр арматуры изменить коэффициент армирование. Так коэффициент армирования изменяется от 1.5 % до 3.4% (рис.2).

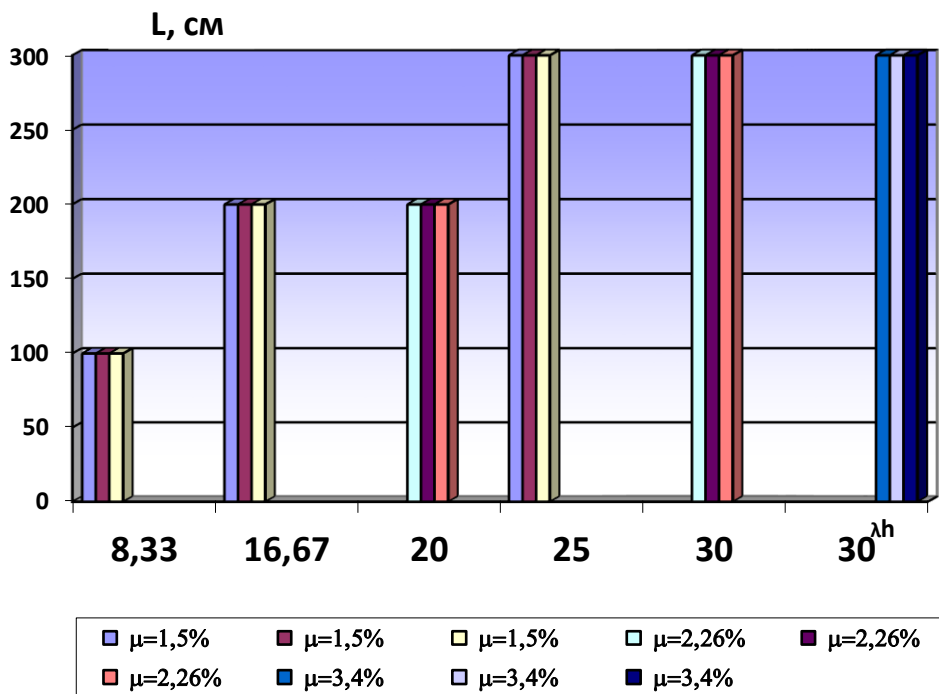


Рис. 2. График испытываемых колонн в зависимости от коэффициента армирования

Образцы испытывались по традиционной методике. Колонны устанавливались по 1000 тонный пресс, в вертикальном положении. Нагрузка передавалась через специальные опоры, которые обеспечивали шарнирное опирание образцов в плоскости их изгиба. В процессе испытания были измерены и прогибы колонн, что позволяет оценить эластичную работу бетона в колонне.

В результате эксперимента были получены несущая способность колонн, прогиб, деформации сжатой зоне бетона и размеры раскрытия трещины.

Взрывоподобное разрушение образцов доказывает, что в сжатой зоне бетона продольные деформации возрастают быстро как в призмах. Проанализировав относительную несущую способность можно сказать, что и бетон в колонне работает иначе чем в призмах.

Результаты испытания колонн приведены в таблице 3.

Таблица 3

Результаты эксперимента

Шифр колонн	Несущая способность, N, кН	Момент $M=N(e_0+f)$	f, мм	Относительная несущая способность, $\frac{N}{R_b b h}$
1	2	3	4	5
К-8,33-1,5-0	2190	0,438	0,2	1,137
К-16,67-1,5-0	2080	19,552	9,4	1,080
К-25-1,5-0	1850	23,68	12,8	0,961
К-8,33-1,5-0,2	1500	39,3	2,2	0,779
К-16,67-1,5-0,2	1320	53,46	16,5	0,685
К-25-1,5-0,2	1050	73,92	46,4	0,545
К-8,33-1,5-0,5	610	39,711	5,1	0,317
К-16,67-1,5-0,5	500	40,65	21,3	0,260
К-25-1,5-0,5	380	43,89	55,5	0,197
КЛ-30-3,4-0	1600	32,16	20,1	0,942
КЛ-30-3,4-0,2	780	53,04	48	0,459
КЛ-30-3,4-0,5	330	35,244	56,8	0,194
КЛ-30-2,26-0	1220	25,62	21	0,718
КЛ-30-2,26-0,2	720	54,216	55,3	0,424
КЛ-30-2,26-0,5	280	28,056	50,2	0,165
КЛ-20-2,26-0	1640	0,82	0,5	0,966
КЛ-20-2,26-0,2	1000	38	18	0,589
КЛ-20-2,26-0,5	380	27,132	21,4	0,224

Из таблицы 3 можно сделать вывод, что с увеличением относительного эксцентриситета резко уменьшается несущая способность колонн. Чем выше класса бетона, тем больше падает величина несущей способности. Можно утверждать, что на несущую способность образцов влияет гибкость и коэффициент армирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аксенов В.Н. , Маилян Д.Р. Работа железобетонных колонн из высокопрочного бетона // Бетон и железобетон.– 2008.–№ 6. – С. 5-8.
2. Аксенов В.Н. К расчету колонн из высокопрочного бетона по деформированной схеме // Научный вестник Воронежского гос. арх.-строит. университета. Строительство и архитектура.– 2009.– №1. – С. 125-132 .
3. Ацагорцян З. А. Природные каменные материалы Армении. М.: Стройиздат, 1967. 470 с.
4. ГОСТ 24452-80. Бетоны. Методы определения призмочной прочности, модуля упругости и коэффициента Пуассона [Текст].– Введ. 1982-01-01.–М.: ФГУП «Стандартинформ», 2005. –12 с.
5. ГОСТ 10180-90. Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам [Текст].– Введ. 1991-01-01.–М.: ФГУП «Стандартинформ», 2006. –30 с.
6. Маилян Р.Л. Строительные конструкции: учебное пособие / Р.Л. Маилян, Д.Р. Маилян, Ю.А. Веселев. Изд. 4-е. –Ростов н/Д : Феникс, 2010. -875 с.
7. Тер-Петросян П.А. Материаловедение для строителей (руководство) / П.А.Тер-Петросян, А.М. Асирян, Э.А. Мовсисян, Г.В. Ованнисян, Д.Н. Ованнисян, Э.Р. Саакян, В.В. Петросян. Ереван: Наири, 2005. 616 с.

Рецензент: Шеина Светлана Георгиевна, д.т.н. профессор. Проректор РГСУ.