

ОСОБЕННОСТИ ДЕФОРМИРОВАНИЯ АРМИРОВАННОГО БЕТОНА

Калинин А.А., Твардовский И.А., Калинина Т.А., Дмитренко П.С.
(Одесская государственная академия строительства и архитектуры)

Изложены особенности E_b , определенного в ряде экспериментов на железобетонных образцах, по отношению к полученным на бетонных призмах.

В расчетах несущей способности железобетонных сжато-изогнутых элементов величина начального модуля упругости бетона, E_b , согласно действующим нормативам, как и в ранее существовавших, принимается по данным, полученным на бетонных образцах (призмах). В тоже время в ряде экспериментальных исследований было показано, что величина этой характеристики, определенная в железобетонных образцах, $E_{бж}^*$, в ряде случаев существенно ниже. И эта тенденция усугубляется с увеличением возраста бетона. Естественно, что такими результатами нельзя пренебрегать при составлении нормативных расчетных методик.

Каюмовым Р.Х. [4], [5] изучалась кратковременная и длительная устойчивость гибких железобетонных стоек, выполненных из высокопрочных бетонов. Основным испытанием предшествовало центрирование стоек по физической оси. Данные центрирования были использованы для определения $E_{бж}$, результаты которых приведены в табл. 1. Там же приведены результаты, полученные при испытании железобетонных коротышей, отрезанных от стоек после их основных испытаний.

В опытах Калинина А.А. [1], [2] одновременно со стойками были изготовлены железобетонные коротыши длиной 400мм (проектная марка бетона – М 800). Поперечное сечение стоек и коротышей, как и в [4], [5], составляло 120 x 60мм, армирование – симметричное, 4Ø6AIII. Для определения $E_{бж}$ использовались результаты центрирования стоек и коротышей, табл. 2.

* $E_{бж}$ – здесь и в дальнейшем авторы статьи обозначают начальный модуль упругости бетона, определенный на железобетонных образцах.

Таблица 1

Результаты испытаний бетонных призм и железобетонных образцов в опытах Каюмова Р.Х.

Марка бетона, серия	$E_b \cdot 10^{-5}^*$	$E_{бж} \cdot 10^{-5}$					$E_b \cdot 10^{-5}$	$\downarrow t=28$			$\frac{E_{бж}(t)}{E_b}$	
		3	4	5	6	7		8	9			
1	2											
800-I	4,68	4,31	4,40	4,39	4,42		0,92	0,94			0,94	0,94
800-II	4,85	4,10	4,11	3,36	4,17		0,85	0,85			0,85	0,69
600-I	4,12	3,26	3,55	2,88	3,68		0,79	0,86			0,86	0,70
600-II	4,05	2,82	2,66	2,25	3,40		0,70	0,66			0,66	0,56
400	3,75	1,92	2,02	1,98	2,76		0,51	0,54			0,54	0,53
Возраст бетона t, сутки	28	97...113	117...134	231...310	231...310	231...310	97...113	117...134	231...310	97...113	117...134	231...310
Образцы	Бетонные призмы	Стойки для кратковременных испытаний	Стойки для длительных испытаний	Коротыши	Бетонные призмы							

* Значение E_b и $E_{бж}$ в данной таблице (и последующих) имеют размерность кгс/см².

Таблица 2

Результаты испытаний бетонных призм и железобетонных образцов в опытах Калинина А.А.

Возраст Бетона t, сутки	$E_6 \cdot 10^{-5}$ призмы бетон- ные	$E_6 \cdot 10^{-5}$			$\frac{E_{6ж}(t)}{E_6}$ ↓ t=28
		коротыши	стойки	4	
1	2	3	4	5	
28	3,79	3,75			0,99
36			3,61		0,95
61		3,31	3,30		0,87
81	3,74		3,20		0,84
180	3,44				
637	3,39	2,82			0,74
958	3,50	2,94			0,76

В совместных экспериментальных исследованиях Калинина А.А., Сопильняка Е.В., Тараненко С. А. [3], выполненных в лаборатории Николаевского филиала ОИСИ, испытывались как обычные, так и частично изолированные бетонные и железобетонные (армирование - 4Ø8АШ) образцы для определения $R_{пр}$ и начального модуля упругости бетона E_b ; результаты приведены в табл. 3.

В табл.3: ПБ – призмы бетонные, ПБИ – призмы бетонные изолированные, ПБЖ – призмы железобетонные, ПБЖИ – призмы железобетонные изолированные.

Твардовским И.А. [6] на кратковременное и длительное воздействие ступенчато наращиваемой нагрузки испытывались бетонные и железобетонные (армирование - 4Ø8АШ) призмы. В возрасте, равном 28 суткам, для бетона класса В30 соотношение $E_{бж}/E_b$ составило – 0,96.

Результаты приведенных выше экспериментальных исследований позволяют сделать определенные

Выводы

1. В достаточно зрелом возрасте бетона $E_{бж}(t)$ может быть существенно ниже, полученного на бетонных образцах $E_{б,t=28}$, табл. 4.

2. Имеющихся экспериментальных данных пока не достаточно, чтобы сделать однозначные выводы о природе снижения $E_{бж}$ во времени, в том числе по отношению к $E_b(t)$. В тоже время, данные опытов [3] позволяют высказать предположение, что изоляция образцов не влияет на конечные величины $E_b(t)$ и $E_{бж}(t)$, табл. 4; тем не менее, в этом же эксперименте показано существенное увеличение этих характеристик на ранней стадии формирования бетона и этот эффект может найти практическое применение, например, ускорить сроки изготовления и нагружения конструкций.

3. Эффект существенного снижения $E_{бж}(t)$ может быть использован при возникновении необходимости оценки несущей способности и устойчивости длительно существующих (в первую очередь стержневых) сооружений.

Таблица 3

Результаты испытаний в опытах Калинина А.А., Сопильняка Е.В. и Тараненко С.А.

Серии образцов	Начальные модули упругости бетона и ж/б образцов, уменьшенные в 10^5 раз									Соотношение данных колонок 1 и 2 таблицы к E_6 $\perp t=28$										
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
1																				
ПБ*	3,88	4,07	4,08	4,08	1,00	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	
ПБИ	4,07	4,48	4,25	4,02	1,05	1,15	1,15	1,05	1,05	1,10	1,10	1,10	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	1,04	
ПБЖ	3,80	3,81	3,70	3,61	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,95	0,95	0,95	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	
ПБЖИ	4,09	4,18	3,89	3,56	1,05	1,07	1,07	1,05	1,05	1,00	1,00	1,00	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92	
Возраст Бетона t, сутки	28	67	240	440	28	67	240	440	28	67	240	440	28	67	240	440	28	67	240	440

* Проектная марка всех образцов – М 400.

Результаты испытаний бетонных и железобетонных образцов
на момент завершения экспериментов

Авторы опытов	Марка (класс) бетона	Соотношение $E_b(t)$ или $E_{бж}(t)$ к E_b			
		$\perp t=28$			
1	2	3	4	5	6
Каюмов Р.Х.	800-I		0,94		
	800-II		0,69		
	600-I		0,70		
	600-II		0,56		
	400		0,53		
Калинин А.А.	800				0,76
Калинин А.А. Сопильняк Е.В. Тараненко С.А.	400	ПБ			1,05
		ПБИ			1,04
		ПБЖ			0,93
		ПБЖ И			0,92
Твардовский И.А	В30	0,96			
Возраст бетона t , сутки		28	231...310	440	958

Литература

1. Калинин А.А. Экспериментальные исследования несущей способности сжатых гибких железобетонных стоек при длительном действии нагрузки. «Строительные конструкции», вып. XXX, Киев, «Будівельник», 1978.

2. Калинин А.А. Исследование несущей способности железобетонных стержней, сжатых длительно действующими силами, приложенными с различными эксцентриситетами. Диссертация на соискания

ученой степени кандидата технических наук, защищенная в 1979 году, Одесса, 1979.

3. Калинин А.А., Сопильняк Е.В., Тараненко С.А., О деформативных и прочностных характеристиках армированного бетона. Тезисы доклада Межотраслевой конференции молодых ученых «Пути и методы рационального использования материальных и трудовых ресурсов, создание и внедрение ресурсосберегающих технологических процессов и оборудования». Николаев, 1983.

4. Каюмов Р.Х. Экспериментальное исследование кратковременной устойчивости гибких железобетонных стоек из высокопрочных бетонов при длительном действии нагрузки. «Строительные конструкции», вып. XVII, «Будівельник», Киев, 1971.

5. Каюмов Р.Х. Экспериментальное исследование кратковременной устойчивости гибких железобетонных стоек из высокопрочных бетонов при длительном действии нагрузки. «Строительные конструкции», вып. XXII, «Будівельник», Киев, 1971.

6. Твардовский И.А. Длительное сопротивление элементов бетонных и железобетонных конструкций при различных режимах загрузки и предложения по его учету. Диссертация на соискания ученой степени кандидата технических наук, защищенная в 1992 году, Одесса, 1992г.