

УДК 624.016.073.001

Е.В. Синьковская, Е.С. Краснова,

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

РАБОТА ТРУБОБЕТОННЫХ КОЛОНН ПРИ ОСЕВОМ СЖАТИИ

Проведены экспериментальные исследования трубобетонных несущих элементов мостовых опор при осевом сжатии. Нагрузка прикладывалась «на бетон и сталь одновременно», «на бетон», «на сталь». Выполнен сравнительный анализ полученных экспериментальных данных с теоретическими.

Ключевые слова: *сталобетон, внешнее листовые армирование, пролетное строение, деформации.*

В настоящее время в строительстве и мостостроении широко используются трубобетонные конструкции. Их достоинством является увеличение несущей способности стальной трубы и бетонного ядра вследствие трансформации одноосного напряженного состояния в трехосное.

Экспериментальных исследований, подтверждающих упрочнение бетона при различных способах передачи продольной нагрузки недостаточно. Поэтому и был предпринят описанный ниже эксперимент.

В лаборатории кафедры мостов, конструкций и строительной механики ХНАДУ проведены экспериментальные исследования на осевое сжатие трубобетонных коротких колонн. Высота колонн 700мм, наружный диаметр трубы 152мм, толщина стенки трубы 4мм.

Было изготовлено три серии образцов, по три в каждой. В первой серии бетонное ядро имело одинаковую высоту с трубой. Торцы колонн тщательно выравнивались, горизонтальный уровень строго контролировался. Во второй серии бетонное ядро имело высоту на ~2,6см (1,3см на каждом торце) больше высоты трубы, а в третьей серии высота бетонного ядра была меньше высоты трубы на ~2,5см. Поверхности бетона в трубе и над трубой также имели горизонтальный уровень. В один из образцов 1 серии (1.3п) перед бетонированием в трубу устанавливалась бетонная призма 40x40x700мм с наклеенными тензодатчиками с целью измерения продольных и поперечных деформаций в бетонном ядре.

Для изготовления бетонной смеси по массе 1:1,23:2,95 при водоцементном отношении 0,53...0,55 использовался портландцемент Балаклейского комбината марки М500, речной песок Безлюдовского карьера с модулем крупности МК (1,5-2). В качестве заполнителя применялся гранитный

щебень М1200 (по прочности) фракции 5...20мм. Бетонирование образцов производилось в вертикальном положении. Уплотнение бетона в трубе осуществлялось на вибростоле. Образцы хранились в лабораторных условиях 28суток. Торцы колонн – для предотвращения образования усадочных трещин закрывались слоем влажного песка. Прочностные и деформативные характеристики бетона и стали по результатам стандартных испытаний следующие: $R_b=14,35\text{МПа}$, $E_b=2,53 \cdot 10^4\text{МПа}$, $\sigma_b=418\text{МПа}$, $E_s=2 \cdot 10^5\text{МПа}$, $v_s=0.236$.

Испытания производились на гидравлическом прессе П-250. При этом нагрузка прикладывалась через опорные плиты пресса: на бетон и сталь одновременно (1серия); на бетон (2 серия); на сталь (3серия). В одном образце первой серии (1.3п) замерялись деформации бетонного ядра. Во всех образцах при помощи тензодатчиков сопротивления КФ5 П1-20-100-А-12 определялась продольная деформация стальной трубы. Продольная нагрузка прикладывалась с шагом 12,5т.

В результате испытаний получены следующие величины нагрузок, при которых произошло разрушение, несъемной опалубки (труб), бетонного ядра, извлеченного из трубы выдавливанием, а также образцов сталебетонных колонн (табл. 1).

Таблица 1

Величины разрушающих нагрузок, тс

образцы 1-й серии			образцы 2-й серии			образцы 3-й серии	
1.1	1.2	1.3п	2.4	2.5	2.6	3.7	3.8
154	146	150,5	146,5	137	120	75	79,5

Разрушение колонн первой серии, в которой продольная нагрузка передавалась на бетон и сталь одновременно, происходило из-за выпучивания обоймы в поперечном направлении с образование складок. По длине колонн возникло 2-4склади. Выпучивание происходило при достижении в продольном направлении напряжений в обойме равных $\sim 351,3\text{Мпа}$. Напряжение в бетоне при выпучивании обоймы составило $\sim 44,6\text{МПа}$, т.е. превзошло нормальные продольные напряжения в неизолированном обоймой бетонном ядре в пять раз. На рис. 1 приведен график зависимости продольной силы от деформаций в продольном направлении на поверхности трубы.

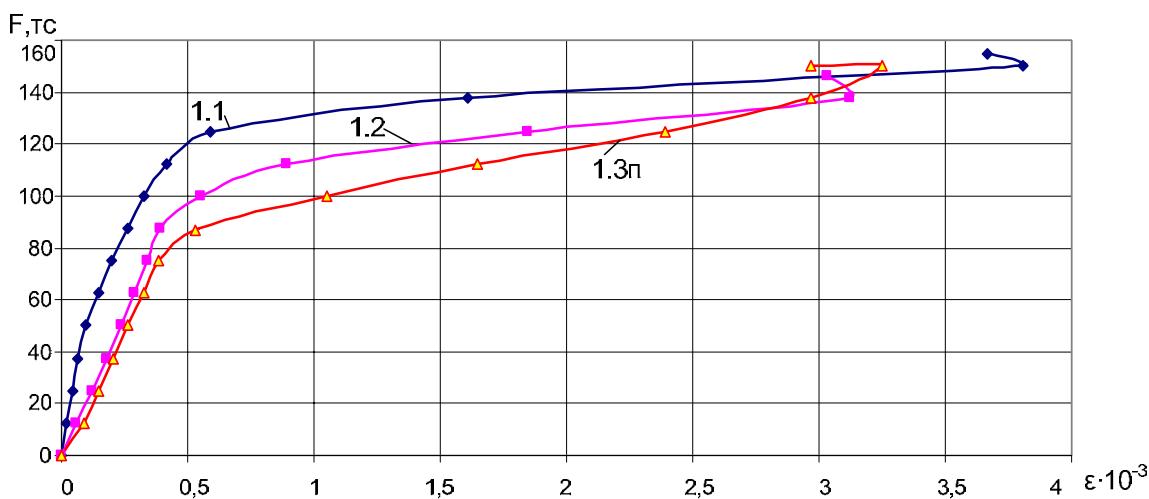


Рис.1. График зависимости продольной силы от величины деформаций в продольном направлении на поверхности трубы
1.1, 1.2, 1.3п – образцы 1^{ої} серии.

На графиках видны участки, на которых деформации уменьшаются при увеличении нагрузки. Это свидетельствует о выпучивании обоймы и образовании складок.

В образцах второй серии нагружение осуществлялось «на бетон» (бетонное ядро выступало за пределы обоймы на ~1,3 см с каждого торца). Разрушение колонн происходило из-за разрыва обоймы по шву (рис. 2.), или от чрезмерных относительных продольных деформаций в бетоне ($3,5 \cdot 10^{-2}$).

Продольные напряжения в бетоне, работающем в условиях трехосного сжатия, составили в среднем ~ 82,5 МПа, что превышает прочность неизолированного бетонного ядра в ~9,4 раза (см. табл.1). Здесь необходимо отметить следующее. В момент, предшествующий разрушению колонн 2^{ої} серии в выступающем за обойму бетоне, деформации в точках контакта были различными в силу неоднородной структуры бетона. Опорная плита наклонялась и контактировала со стенкой трубы. Происходило изменение расчетной схемы. Как только это случалось, испытания прекращались. За разрушающую нагрузку принималась нагрузка, предшествующая этому явлению (табл. 1., образцы 2.4, 2.5).

Результаты испытаний образцов 3^{ої} серии и трубы, показали, что разрушение характеризовалось выпучиванием труб в поперечном направлении при продольных напряжениях ~ 353 МПа (величина близкая к временному сопротивлению). Трубы заполненные бетоном (образец 3.7, 3.8) и пустая труба (см. табл. 1) показали практически одинаковую несущую способность.

Оценка сходимости данных экспериментальных исследований осуществлялась с данными теоретических расчетов [1...4]. Проведенный анализ свидетельствует о хорошей сходимости результатов расчета напряженно

деформированного состояния [1,3,4] с результатами эксперимента. Так для колонн первой серии продольные напряжения в обойме совпадают с точностью до второго знака после запятой.



Рис.2. Разрыв обоймы по сварному шву в образце 2.6.

Выводы

1. Проведены экспериментальные исследования трубобетонных коротких колонн (диаметр трубы 152мм, толщина стенки 4мм, высота колонн 700мм, бетон класса В15) при осевом сжатии. Продольная нагрузка прикладывалась «на бетон и сталь одновременно», «на бетон», «на сталь».

2. При приложении нагрузки на бетон и сталь одновременно колонны разрушались из-за выпучивания трубы с образованием по длине нескольких складок. При этом продольные напряжения в стали были близки к временному сопротивлению σ_v , а напряжения в бетоне превосходили напряжения, характеризующие прочность неизолированного ядра в пять раз.

3. При приложении нагрузки на бетон (поверхность бетонного ядра выступала на 1,3см с каждой стороны колонны). Разрушение колонн происходило из-за неравномерного смятия бетона на торцах при относительных продольных деформациях . Продольные напряжения в бетонном ядре в 9,4 раза превосходили разрушающие предельные напряжения в неизолированном бетонном ядре. Несущая способность колонн составила 90 % от несущей способности при передаче нагрузки «на бетон и сталь одновременно».

4. При загружении колонн на «сталь» разрушение наступало, вследствие выпучивания трубы в поперечном направлении при продольных напряжениях близких к временному сопротивлению стали (~ 353 МПа). Трубы, заполненные бетоном и пустые, показали практически одинаковую несущую способность. Несущая способность колонн составила 51% от несущей способности при передаче нагрузки «на бетон и сталь одновременно».

Література

1. Чихладзе Э.Д. Работа сталебетонных цилиндрических колонн при статическом кратковременном нагружении / Э.Д. Чихладзе, М.А. Веревичева // Строительство, материаловедение, машиностроение: Сб. научн. Тр. «Иновационные технологии диагностики, ремонт и восстановление объектов строительства и транспорта» - Днепропетровск: ПГАСА, 2005.- вып.35. часть3. – с. 47-54.
2. Чихладзе Э.Д. Расчет сталебетонных элементов прямоугольного сечения на прочность при осевом сжатии / Э.Д. Чихладзе, А.Д. Арсланханов //Бетон и железобетон.-1993.-№3.-с.13-15.
3. Чихладзе Э.Д. Напряженно-деформированное состояния цилиндрической сталебетонной колонны при осевом сжатии / Э.Д. Чихладзе, М.А.Веревичева // зб.наук.праць Будівельні конструкції. Київ: НДІБК,2007.- вып.67.-с.389- 400.
4. Чихладзе Э.Д. Исследование напряженно-деформированного состояния сталебетонных колонн с учетом пространственной работы бетонного ядра / Э.Д. Чихладзе, М.А. Веревичева // Строительная механика и расчет сооружений.-2007.-№1.-с.24-28.

Анотація

Проведені експериментальні дослідження трубобетонний несучих елементів мостових опор при осьовому стиску. Навантаження прикладалося «на бетон і сталь одночасно», «на бетон», «на сталь». Виконаний порівняльний аналіз отриманих експериментальних даних з теоретичними.

Annotation

The experimental research of the tube-concrete bridge bearings supporting the elements under axial compression has been made. The pressure was of different kinds: “on concrete and steel simultaneously”, “on concrete” and “on steel” separately. The comparative analysis of the received data was made.