

Авласко Екатерина Валерьевна, ассистент,
УО «Белорусский национальный технический
университет», г. Минск

СОПРОТИВЛЕНИЕ МНОГОПУСТОТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ БЕЗОПАЛУБОЧНОГО ФОРМОВАНИЯ СОВМЕСТНОМУ ДЕЙСТВИЮ ИЗГИБАЮЩЕГО И КРУТЯЩЕГО МОМЕНТОВ

RESISTANCE OF REINFORCED CONCRETE HOLLOW-CORE SLABS SUBJECTED TO BENDING AND TORSION

Аннотация

Представлены результаты экспериментальных исследований многопустотных железобетонных плит безопалубочного формования при совместном действии изгиба с кручением. Определены особенности трещинообразования таких конструкций.

Abstract

Results of experimental tests on reinforced concrete hollow-core slabs subjected to bending and torsion are presented. Features of cracking in such constructions are identified.

ВВЕДЕНИЕ

Разработка и внедрение методов расчета элементов железобетонных конструкций, достоверно отражающих их напряженно-деформированное состояние, имеет важное значение в практике проектирования. Одним из распространенных видов нагружений, создающих сложное напряженное состояние в элементах железобетонных конструкций, является совместное действие изгибающего и крутящего моментов. В настоящее время в строительной отрасли широко используются многопустотные железобетонные плиты безопалубочного формования. Благодаря своей большой несущей способности, большому пролету и значительно лучшему качеству они все чаще применяются при строительстве различных зданий и сооружений. Работа многопустотных железобетонных плит безопалубочного формования в условиях изгиба с кручением является малоисследованным направлением.

Вопрос о характере разрушения, несущей способности, трещиностойкости и деформативности этих конструкций в условиях такого напряженно-деформированного состояния остается открытым [1, с. 187–188]. Это требует проведения дополнительных экспериментальных и теоретических исследований, на основании которых можно совершенствовать методы расчета таких конструкций с учетом потребностей строительной индустрии.

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

По специально разработанной методике в лаборатории Полоцкого государственного университета проводились исследования многопустотных плит безопалубочного формования, подверженных изгибу с кручением. Было испытано шесть опытных конструкций – плит, выполненных в соответствии с требованиями СТБ 1383-2003 [6] по типовой серии [4] на оборудовании «Вибропресс» (Россия) в заводских условиях ПРУП «Новополоцкжелезобетон».

Опытные конструкции были разделены на две серии: первая – серия плит, испытанных на кручение (П1 – П3), вторая – серия плит, испытанных на изгиб с кручением с разными соотношениями крутящего и изгибающего моментов (П4 – П7). Размеры опытных конструкций определялись мощностью и габаритами имеющегося оборудования для испытания: длина плит – 6000 мм, ширина – 1195 мм, толщина – 220 мм, расчетная нагрузка – 8,0 кПа, армирование – высокопрочная проволока S1400 17 Ø 5мм.

Конструкции нагружали при помощи гидравлического домкрата, запитанного от насосной станции, и траверс, распределяющих нагрузку на необходимое количество составляющих. Система траверс монтировалась таким образом, чтобы обеспечить передачу нагрузки в определенные точки и тем самым получить в опытных плитах различные напряженно-деформированные состояния (кручение, изгиб с кручением). Непосредственно на домкрат устанавливалась короткая траверса, которая посредством тяжелой связывалась с силовым полом. Особое внимание уделялось опорным узлам (применялась система перекрестных ролей, с помощью которых были возможны деформации в двух направлениях). Конструкция опытной установки показана на рис. 1.

Нагрузка прикладывалась ступенями не более 5–10 % от разрушающей.

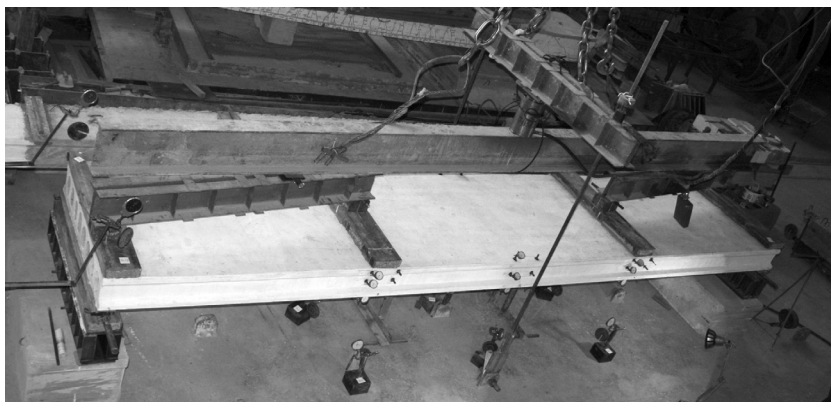


Рисунок 1. Общий вид испытаний многопустотной железобетонной плиты на изгиб с кручением

Прогибы в опытных плитах измерялись с помощью прогибомеров с ценой деления 0,01 мм. Прогибомеры устанавливались на специальной рамке, таким образом учитывалась подвижность основания испытательной установки.

Деформации бетона по высоте сечения плиты измерялись индикаторами часового типа, установленными на базе 200 мм. За нулевые отсчеты приборов принимались отсчеты с учетом собственного веса плиты.

Образование и развитие трещин в опытных плитах фиксировали визуально. Для определения ширины раскрытия трещин использовался отсчетный микроскоп МПБ-2 с ценой деления 0,05 мм.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

При проведении экспериментальных исследований определялись основные параметры, связанные с прочностью, деформативностью, образованием и раскрытием трещин в многопустотных железобетонных плитах безопалубочного формования при кручении и изгибе с кручением. Характер работы таких конструкций зависел в основном от соотношения крутящего (Т) и изгибающего (М) моментов.

Проведенные исследования показали, что в опытных плитах первой серии (П1 – П3), испытанных на кручение, происходило мгновенное образование трещины на верхней полке плиты под углом к продольной оси приблизительно 45°.

Опытные плиты второй серии, испытанные на совместное действие изгиба с кручением, разрушились по пространственному сечению. В плитах П4 – П6 спиральные трещины развивались только в зоне, растянутой от совместного действия изгибающего и крутящего моментов (по нижней полке и боковым граням), в плите П7 – по всему контуру сечения. Угол наклона трещин к продольной оси в разных плитах второй серии варьировался в зависимости от соотношения крутящего и изгибающего моментов. Если значение крутящего момента было невелико, как в плите П4, то характер образования и развития трещин почти не отличался от обычных изгибаемых преднапряженных элементов. С увеличением крутящего момента была отмечена закономерность смещения области развития трещин в противоположную от кручения сторону. Также было отмечено, что изгиб увеличивает сжимающие напряжения на верхней грани, и, таким образом, вызывает увеличение крутящего момента, при котором появляется первая трещина. Кручение же, как изгиб, вызывает появление растягивающих напряжений на нижней грани и, таким образом, снижает величину изгибающего момента, при котором образуется первая трещина. Стоит отметить, что эти зависимости уже были описаны многими исследователями.

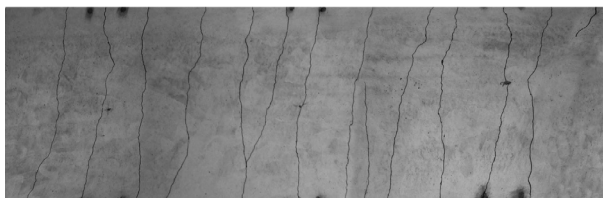
Общий вид многопустотных железобетонных плит безопалубочного формования после разрушения представлен на рис. 2.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подводя итог, можно сделать следующие выводы:

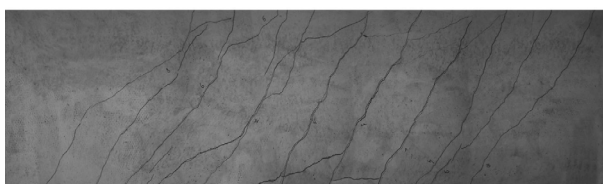
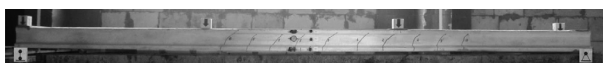
- при проведении экспериментальных исследований получены опытные данные о прочности и жесткости многопустотных железобетонных плит безопалубочного формования при кручении и изгибе с кручением;
- выявлена особенность трещинообразования опытных конструкций;
- получена зависимость угла наклона трещин к продольной оси от величины крутящего момента.

a



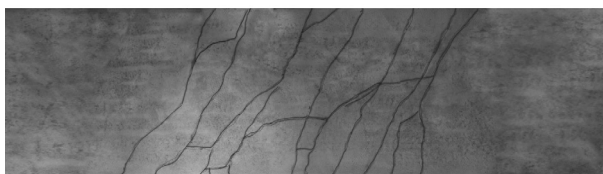
$$T_{exp}/M_{exp} = 0,086$$

б



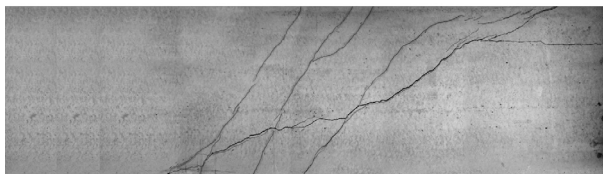
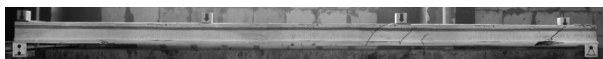
$$T_{exp}/M_{exp} = 0,472$$

в



$$T_{exp}/M_{exp} = 0,623$$

г



$$T_{exp}/M_{exp} = 0,778$$

Рисунок 2. Общий вид после разрушения опытных плит второй серии:
а – плиты П4, б – плиты П5, в – плиты П6, г – плиты П7

Список использованных источников

1. Авласко, Е.В. Экспериментальные исследования многопустотных железобетонных плит безопалубочного формования при совместном действии изгиба с кручением / Е.В. Авласко, Д.Н. Лазовский // Перспективы развития новых технологий в строительстве и подготовке инженерных кадров: сб. науч. трудов XVIII Междунар. науч.-метод. сем. – Т. 1 / Полоцкий гос. ун-т. – Новополоцк, 2012. – С. 187–191.
2. Жорняк, Н.С. Экспериментально-теоретические исследования несущей способности предварительно напряженных железобетонных элементов таврового и двутаврового поперечных сечений на кривом изгибе с кручением: дис. ... канд. техн. наук / Н.С. Жорняк. – Полтава, 1973. – 170 л.
3. Кузьменко, А.М. Экспериментально-теоретические исследования предварительно напряженных железобетонных элементов прямоугольного сечения при кривом изгибе с кручением: дис. ... канд. техн. наук / А.М. Кузьменко. – Полтава, 1972. – 230 л.
4. Плиты железобетонные многопустотные предварительно напряженные безопалубочного формования на оборудовании «Вибропресс» (Россия) : Серия Б1.041.1-5.09.
5. Бетонные и железобетонные конструкции : СНБ 5.03.01–2002. – Введ. 01.07.03. – Минск : Мин-во арх. и стр-ва Респ. Беларусь, 2003. – 132 с.
6. Плиты покрытий и перекрытий железобетонные для зданий и сооружений. Технические условия : СТБ 1383–2003. – Введ. 01.07.03. – Минск : Мин-во арх. и стр-ва Респ. Беларусь, 2008. – 24 с.

Статья поступила в редколлегию 28.11.2013