

УДК 624.072.1

**УСИЛЕНИЕ НАРАЩИВАНИЕМ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ,
ОПЕРТЫХ ПО КОНТУРУ****П.П. ЖУКЬЯН***(Полоцкий государственный университет)*

Демонстрируются новые экспериментальные исследования усиления увеличением поперечного сечения в сжатой зоне дополнительным бетоном плит, опертых по контуру. Экспериментально установлен характер образования трещин усиленных наращиванием со стороны верхней грани железобетонных плит, опертых по контуру, в том числе при усилении под нагрузкой. Получены новые экспериментальные данные о прочности таких плит, усиленных наращиванием бетона сжатой зоны. Анализ полученных экспериментальных данных показал эффективность усиления наращиванием бетона сжатой зоны плит перекрытия, опертых по контуру.

Введение. Одними из основных и наиболее ответственных конструкций зданий являются плиты междуэтажных перекрытий. На их долю приходится 20...25 % расхода стали и 20 % бетона от общей потребности на здание. В жилищном строительстве получили широкое применение однородные перекрытия со сплошными железобетонными плитами в качестве несущих конструкций.

Свободно опертыми считаются плиты, у которых имеющиеся по краям связи относительно слабые, и их работой можно пренебречь. К таким связям можно отнести, например, анкерные стержни, соединяющие соседние плиты в зданиях из сборного железобетона, силы трения на опорах, вызываемые нагрузкой только на рассматриваемое перекрытие, а при определенных условиях и более сложные типы связей. Так, исследованиями установлено, что глубина площадок опирания перекрытий на стены и толщина растворных швов в крупнопанельных зданиях с платформенными стыками не являются стабильными, поэтому не рекомендуется учитывать сопротивление заземления перекрытий в платформенных стыках изгибу при расчете по предельным состояниям первой группы. В связи с этим плиты перекрытий в таких зданиях в случаях, когда влиянием распора можно пренебречь, при расчете по прочности считаются условно свободно опертыми. По статической схеме свободное опирание эквивалентно опиранию на подвижные шарниры. При расчете по деформациям частично заземление перекрытий в платформенных стыках учитывается без снижения надежности расчета [1].

Дефекты и повреждение ухудшают эксплуатационные качества перекрытий в связи с уменьшением жесткости и возрастанием прогибов. Кроме того, создаются условия для проникновения влаги и агрессивных газов к стальной арматуре, что способствует возникновению и развитию в ней коррозии.

К настоящему времени в отечественной и зарубежной практике накоплено множество различных способов и конструктивных приемов усиления. При всем разнообразии приемов усиления все они базируются на двух принципах: 1) уменьшении усилий в сечениях конструкции или 2) увеличении ее прочности. В первом случае изменение расчетной схемы существующей конструкции осуществляется путем устройства дополнительных элементов. Во втором – увеличивают (наращивают) сечение конструкции в растянутой либо сжатой зоне.

Для плит перекрытий характерно развитие трещин силового происхождения на нижней растянутой их поверхности с различным соотношением сторон. При этом бетон сжатой зоны может быть не разрушен. Смятие бетона сжатой зоны указывает на опасность полного разрушения плиты. На нижней поверхности плиты трещины направлены по биссектрисам углов. Установить характер разрушения железобетонных плит, опертых по контуру, важно для расчета их прочности и конструирования арматуры.

Наращивание изгибаемых конструкций сверху производится в основном при необходимости значительного увеличения прочности конструкции и осуществляется бетонированием поверху утолщающей плиты. Дополнительный слой бетона увеличивает плечо внутренней пары сил, следовательно, увеличивает и прочность плит при условии идеального сцепления нового бетона со старым, т.е. при отсутствии взаимного сдвига слоев, что обеспечивается комплексом подготовительных мероприятий.

Исследование напряженно-деформированного состояния железобетонных плит перекрытия, опертых по контуру, усиленных наращиванием бетона сжатой зоны, как одного из эффективных методов усиления является весьма актуальной задачей. Актуальность этой проблемы также обусловлена массовым и все еще возрастающим объемом строительства крупнопанельных зданий.

Основная часть. Совместная работа «старого» и «нового» бетона достигается за счет механического зацепления, устройством насечки и/или за счет установки дополнительной поперечной арматуры, соединяемой приваркой существующей. Для повышения сцепления «старого» и «нового» бетона могут применяться также композиции на основе эпоксидного, акрилового и других видов синтетических клеев. Если все указанные мероприятия не выполнить, сцепление не будет обеспечено, и общая прочность бу-

дет определяться из условия работы нового бетона и плиты как отдельных слоев, что существенно снижает их суммарную прочность.

Экспериментально-теоретическое исследование железобетонных конструкций, усиленных увеличением поперечного сечения в сжатой зоне, включало испытание опытных образцов.

Общий объем эксперимента включал в себя испытания 3 опытных плиты прямоугольного поперечного сечения номинальным размером 1680×2480×70 мм.

Образцы испытывались в лаборатории в соответствии с рекомендациями [2].

Опытные плиты испытывались по схеме с шарнирным опиранием по контуру. При этом по контуру образцов устанавливались шарнирные подвижные шаровые опоры, а посередине трех сторон плит – шарнирные подвижные линейные опоры, две из которых, расположенные на противоположных сторонах, допускали поворот в одном направлении, а третья, расположенная на примыкающей стороне, допускала поворот в противоположном направлении [3].

Вертикальную нагрузку с помощью гидравлического домкрата, запитанного от насосной станции и системы распределительных траверс, передавали на плиты равномерно по площади в 16 точках. В местах передачи нагрузки на образцы устанавливались бетонные призмы, необходимые для выполнения наращивания бетона под нагрузкой. Расчетный пролет плит в длинном направлении составлял 2380 мм, в коротком – 1580 мм. Минимальная глубина опирания со стороны каждой грани элемента – 50 мм.

Общий вид испытательной установки представлен на рисунке 1.

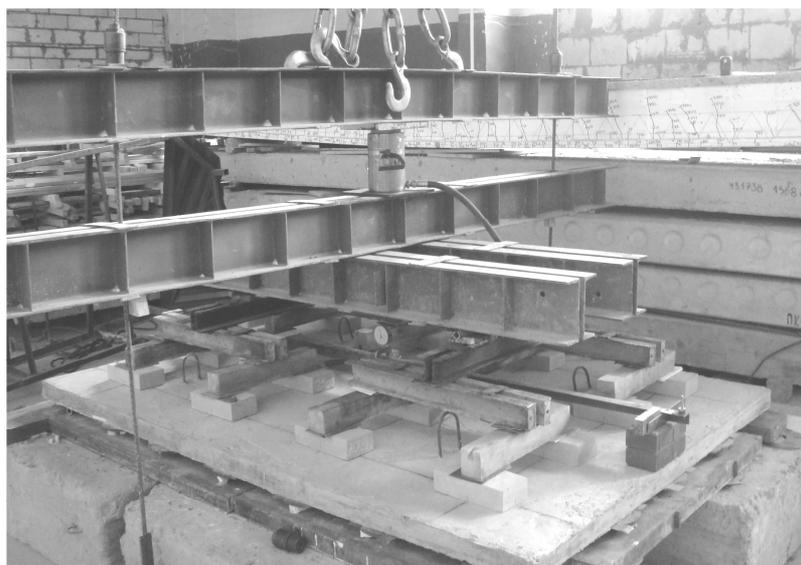
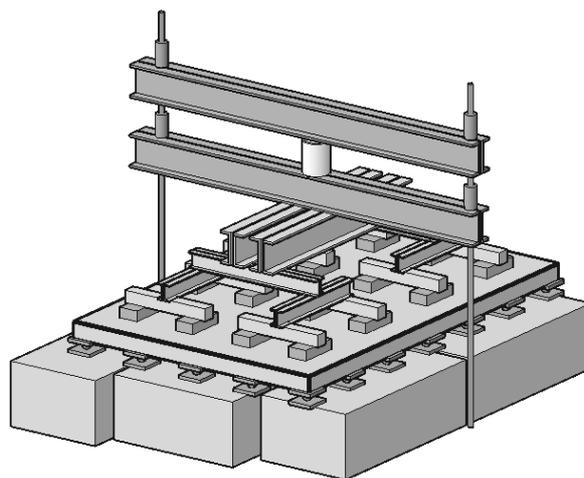


Рис. 1. Общий вид испытательной установки

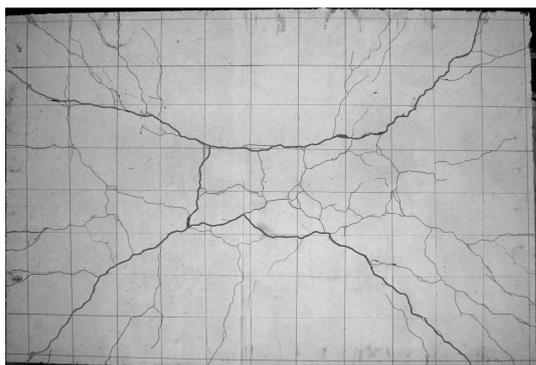
В качестве варьируемого фактора был выбран характер нагружения плит при усилении. На первом этапе испытания было произведено загрузку опытной плиты П2 до появления предельно допустимых

трещин. Нагрузка прикладывалась поэтапно с выдержкой на каждой ступени. На втором этапе испытания без разгрузки образца П2 было произведено усиление опытной конструкции путем добетонирования в сжатой зоне по всей площади конструкции. Совместная работа дополнительного бетона при увеличении поперечного сечения усиливаемых опытных образцов обеспечивалась путем устройства шероховатой поверхности. При этом со «старого» бетона по всей площади плиты снимался с помощью металлических щеток верхний слой растворной части бетона, поверхность тщательно очищалась и смачивалась водой. Новый бетон укладывался с вибрированием. Толщина дополнительного бетона усиления составляла 70 мм.

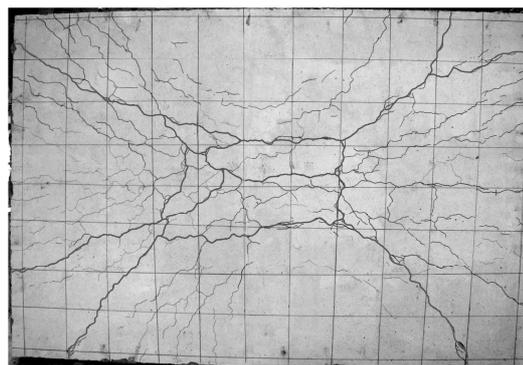
Усиление плиты П2 происходило с предварительным нагружением и непосредственно на испытательном стенде. После усиления опытные образцы выдерживали длительное время под нагрузкой для набора прочности бетоном усиления и полного включения его в работу конструкции. Опытный образец П1 испытывался без усиления и в исследованиях играл роль эталонного образца. Опытный образец П3, усиленный бетоном наращивания в сжатой зоне по всей площади плиты в ненагруженном состоянии, испытывался без предварительного нагружения.

В результате проведенных экспериментальных исследований установлены характер разрушения и прочность опытных плит. В процессе испытания опытных плит зафиксирована характерная форма разрушения. Эталонная плита П1 разрушилась в результате достижения арматурой предела текучести. Разрушение сопровождалось разрывом арматуры. Трещинообразование в плитах у нижней поверхности происходило по схеме симметричного «конверта». Общий вид разрушения и картина трещинообразования у нижней поверхности свободно опертой опытной плиты П1 представлен на рисунке 2, а.

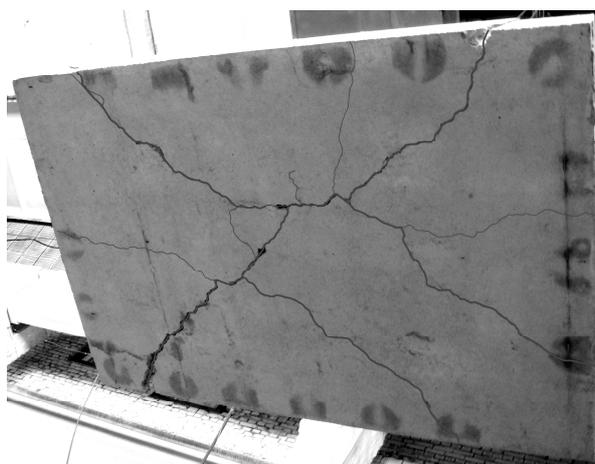
Разрушение усиленных плит П2 и П3, как и неусиленной, сопровождалось разрывом арматуры. Трещинообразование у нижней поверхности в опытных образцах П2 и П3 происходило также по схеме симметричного «конверта». Общий вид разрушения и картина трещинообразования у нижней поверхности свободно опертых плит П2 и П3 показан на рисунке 2, б, в.



а)



б)



в)

Рис. 2. Общий вид образцов после испытания:
 а – образец П1 – эталонная плита (без усиления);
 б – образец П2 – усиление с предварительным нагружением;
 в – образец П3 – усиление без предварительного нагружения

Проанализировав показатели разрушающей нагрузки для исследуемых плит можно сделать следующие *выводы*:

- разрушающая нагрузка увеличилась в 1,9 раза для усиленного под нагрузкой образца П2 по отношению к эталонной (не усиленной) плите П1;
- для образца, усиленного без предварительно приложенной нагрузки, данное соотношение составило 2,07 раза.

Заключение. В результате проведенных исследований установлен характер образования трещин усиленных наращиванием со стороны верхней грани железобетонных плит, опертых по контуру, в том числе при усилении под нагрузкой. Получены новые экспериментальные данные о прочности плит, опертых по контуру, усиленных наращиванием бетона сжатой зоны, в том числе и под нагрузкой.

Анализ показателей прочности опытных образцов показал эффективность усиления наращиванием бетона сжатой зоны плит перекрытия, опертых по контуру.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зырянов, В.С. Пространственная работа железобетонных плит опертых по контуру / В.С. Зырянов. – М.: ЦНИИЭП жилища, 2002.
2. Рекомендации по испытанию и оценке прочности, жесткости и трещиностойкости опытных образцов железобетонных конструкций. – М.: НИИЖБ, 1987. – 36 с.
3. Изделия строительные железобетонные и бетонные заводского изготовления Методы испытаний нагружением. Правила оценки прочности, жесткости и трещиностойкости. Межгосударственный стандарт: ГОСТ 8829-94. – Минск, 1997.

Поступила 24.06.2013

STRENGTHENING BY BUILDING-UP ADDITIONAL CONCRETE REINFORCED TWO-WAY SLABS

P. ZHUKYAN

New experimental researches of strengthening by increase in cross-section section in the compressed zone additional concrete of two-way slabs are shown. Character of formation of cracks strengthened by escalating from the top side of reinforced plates, supported on the contour is experimentally established, including at strengthening under loading. New experimental data about durability of two-way slabs, strengthened by escalating of concrete of the compressed zone are received. The analysis of the received experimental data has shown the efficiency of strengthening by escalating of concrete of the compressed zone of two-way slabs.