

ОСОБЕННОСТИ БЕЗБАЛОЧНЫХ БОЛЬШЕПРОЛЕТНЫХ МОНОЛИТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЕРЕКРЫТИЙ

А.А. Ганин

Российский университет дружбы народов
ул. Миклухо-Макля, 6, Москва, Россия, 117198

Представлены результаты исследования эффективного армирования большепролетных монолитных безбалочных бескапитальных перекрытий. Даны рекомендации по конструированию и технологии армирования перекрытий данного типа.

Ключевые слова: эффективное планирование, большепролетные монолитные безбалочные бескапитальные перекрытия.

В настоящее время приоритетным направлением в строительстве является возведение жилых и административных многоэтажных зданий. В нашей стране значительную долю в жилищном строительстве составляют монолитные железобетонные здания с безбалочным каркасом. Это обусловлено тем, что данное решение обеспечивает возможность строительства зданий любой конфигурации в плане, с различными объемно-планировочными решениями, а также ведет к снижению трудозатрат, капитальных вложений и расхода стали. Возведение зданий из монолитного железобетона позволяет избежать монтажных стыков в несущих конструкциях и повысить их жесткость.

Безбалочные перекрытия имеют и ряд других преимуществ перед ребристыми, заключающихся в простоте изготовления и монтажа, в возможности получения гладкой поверхности без устройства подшивного потолка и в значительной свободе планировочных решений. Небольшая конструктивная толщина плит междуэтажных перекрытий дает возможность уменьшить объем здания в сравнении с балочным перекрытием на 10—12%. По жесткостным качествам каркас с бескапитальным перекрытием не уступает обычным рамным каркасам, а в ряде случаев является экономически целесообразным.

Снижение расхода стали при изготовлении большепролетных монолитных безбалочных бескапитальных перекрытий можно достигнуть при применении принципа эффективного армирования железобетонных конструкций.

Одним из основных этапов разработки проектов зданий из железобетона является проектирование армирования конструктивных элементов. От эффективности выполнения этой работы зависит безопасность здания, себестоимость строительства, последующая стоимость эксплуатационных и ремонтных работ.

Проектированием армирования во многом определяется расход металла на единицу общей площади здания, что является одним из критериев при выборе инвестором или застройщиком того или иного проектного решения, а следовательно, его исполнителя.

Эффективное армирование в процессе проектирования обуславливается на стадии назначения объемно-планировочной и конструктивной схемы здания и его узловых решений, выбора того или иного вида арматуры и ее соединений, технологии производства арматурных работ.

В Российском университете дружбы народов выполнены теоретические исследования большепролетных безбалочных бескапитальных железобетонных перекрытий размером 12×12 м и толщиной 200 мм, в качестве опор приняты были четыре железобетонные колонны сечением $0,45 \times 0,45$ м жестко связанные с перекрытием. Для получения схемы армирования перекрытия был произведен аналитический расчет, а так же машинный расчет методом «конечных элементов» в двух расчетных комплексах на ЭВМ.

Методы расчета, применяемые для безбалочных перекрытий с капителями, не применимы для безбалочных бескапитальных перекрытий. В частности, «метод упругой сетки», в котором плита представляется как система взаимно перпендикулярно пересекающихся нитей, которая в каждой точке пересечения их должна находиться в равновесии, такой метод громоздок и сложен в вычислении, он не подходит для расчета безбалочного бескапитального перекрытия, так как исключает частичное защемление плиты на опорах [1]. В то же время метод «заменяющих рам» (рис. 1) дает результаты с достаточной для практики точностью. По этому методу расчет безбалочного перекрытия и колонн сводится к расчету двух взаимно пересекающихся рам, ригелями которых является плита шириной, равной полусумме двух смежных пролетов. Каждая из рам в обоих направлениях рассчитывается на полную приходящуюся на нее нагрузку [1]. Сами рамы удобнее рассчитывать методом Кросса (метод распределения моментов) — методом расчета сложных статически неопределимых рам, при котором первоначально неуравновешенные моменты в узлах уравниваются по методу последовательных приближений с помощью коэффициентов распределения моментов.

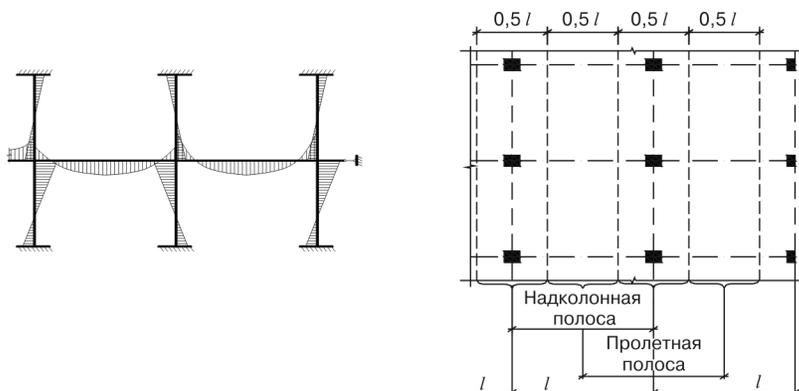


Рис. 1. Схема рамы для расчета методом заменяющих рам

Таким образом, определяются моменты в плите в двух взаимно перпендикулярных направлениях и по этим моментам подбирается суммарное количество арматуры на всю ширину плиты в пределах пролета. Такое армирование не является эффективным. Для получения значений изгибающих моментов с опреде-

ленным шагом необходимо провести расчет по теории упругих плит. Решение подобных задач рационально производить на ЭВМ, например, в среде программы Mathcad 14.0.

Также данная задача решается в современных расчетных комплексах, таких как ПК Лира, ПК SCAD. Нами был произведен расчет заданной конструкции в ПК Лира 9.4 с заданием расчетной схемы, при этом узел сопряжения колонн с плитой перекрытия задавался жестким, с учетом жесткостей элементов и распределенной нагрузки 1 т/м^2 . В результате были получены не только изополя напряжений, но и при задании материалов конструкции были получены схемы армирования плиты перекрытия (рис. 2).

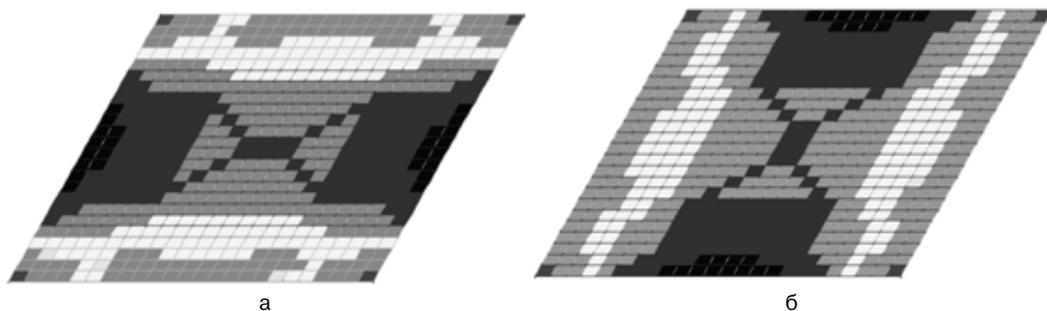


Рис. 2. Теоретическая схема армирования:
а — армирование по оси Y; б — армирование по оси X

Аналогичный расчет был произведен в программе Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2010. При этом так же были получены схемы армирования (рис. 3).

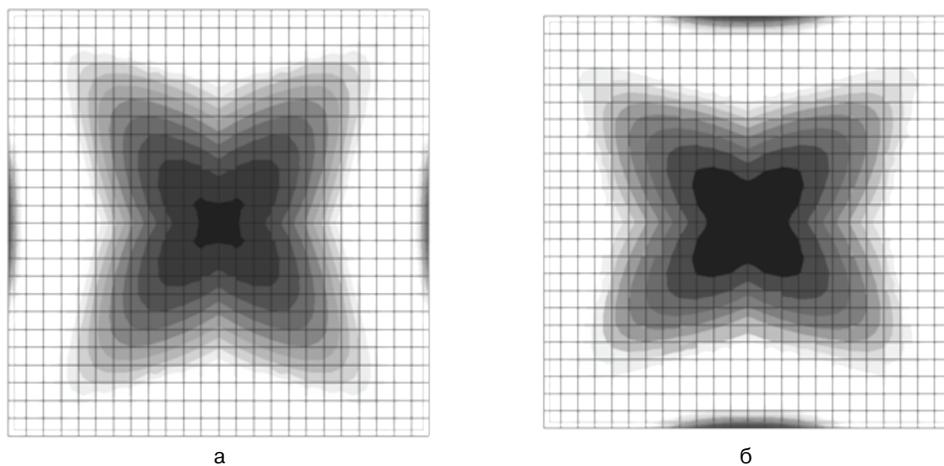


Рис. 3. Теоретическая схема армирования безбалочной плиты
(армирование опорных узлов условно не показано):
а — армирование по оси Y; б — армирование по оси X

При анализе полученных схем армирования можно сделать вывод, что наиболее эффективное армирование представляется в виде дополнительных к стандартному армированию сетками пространственных непрерывных каркасов, рас-

положенных по диагоналям плиты между колоннами (рис. 4). Непрерывность каркасов по длине при этом обеспечивается ванно-шовной сваркой на стальной скобе-накладке [2].

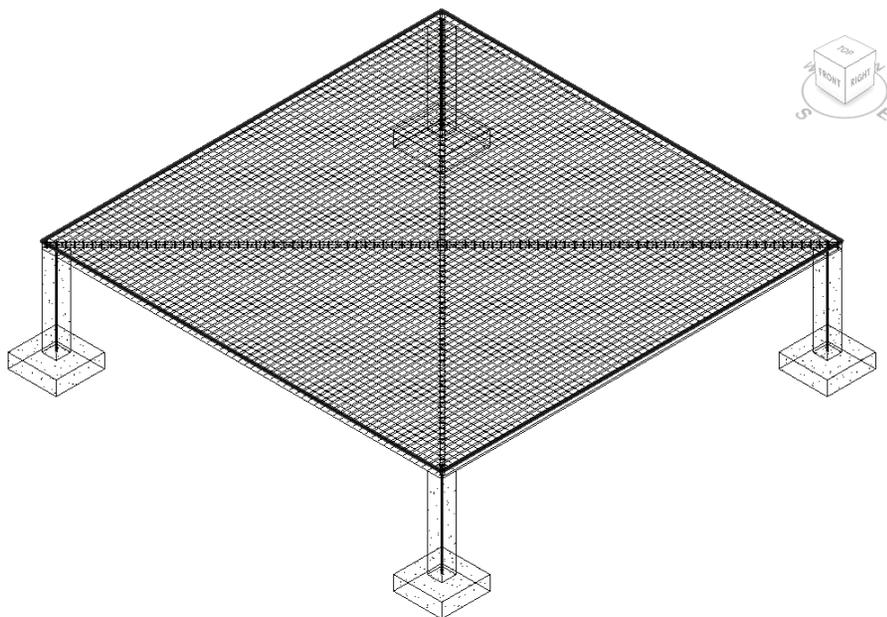


Рис. 4. Схема фактического армирования плиты перекрытия 12×12 м

Таким образом, согласно результатам расчетов, проведенных в нескольких программных комплексах, наиболее эффективное армирование большепролетных безбалочных бескапитальных монолитных перекрытий является дополнительное армирование непрерывными пространственными каркасами, расположенными по диагоналям плиты между колоннами.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] *Дорфман А.Э., Левонтин Л.Н.* Проектирование безбалочных бескапитальных перекрытий. — М.: Стройиздат, 1975.
- [2] *Тихонов Н.И.* Проектирование эффективного армирования железобетонных конструкций зданий // ЖБИ и конструкции. — 2010. — № 1. — С. 10—15.

FEATURES OF THE BEAMLESS WIDE-SPAN CAST-IN-SITU FERRO-CONCRETE SLABS

A. Ganin

Peoples' Friendship University of Russia
Mikluho-Maklaja str., 6, Moscow, Russia, 117198

Analysis of effective reinforcement of wide-span cast in situ beamless slabs are presented in this paper. Recommendations about designing and technology of reinforcing of this type of slabs are given.

Key words: structural analysis, wide-span slabs, effective reinforcement.