
Рациональные конструкции железобетонных плит каркасно-монолитных зданий в условиях Мексики

Д.Р. Маилян, Валерио Арреола Лусия Дель Сокорро

Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону

Аннотация: В статье рассмотрены несколько типов железобетонных плит – однородные монолитные плиты, вафельные плиты, а также сборно-монолитные плиты с фигурными отверстиями, описаны основные их характеристики, свойства, а также преимущества. Дана оценка конструктивных решений каркаса с определением их эффективности.

Ключевые слова: бетон, арматура, железобетон, плиты перекрытия, вафельные плиты, монолитные плиты, сборно-монолитные плиты.

Целью проведенных исследований является анализ различных типов и видов конструкций несущего каркаса здания с учетом условий строительства Мексики, а также расчетной оценки конструктивных решений каркаса зданий и сооружений различного назначения с определением эффективных решений.

Различают несколько типов плит, которые используются в строительстве – это монолитные однослойные, вафельные, ребристые и сборные плиты.

Монолитная однослойная плита.

Материалы, из которых состоит эта система - бетон и арматурная сталь. Обычно используют двойную стальную арматуру, одну сетку внизу и другую сетку сверху. Это распределение обусловлено моментами, как положительными, так и отрицательными, в обоих направлениях.

Облегченные плиты.

Этот тип плит имеет основное преимущество, состоящее в том, что часть его объема занята более легкими материалами, тяжелый бетон не занимает всю толщину плиты. Заполнение выполняется такими вставками, как пемза или полиуретановые элементы, а также элементами, которые служат временной опалубкой.

Ячеисто-решетчатая плита.

Данная система состоит из балок в виде ребер, которая связывает опоры и обеспечивает большую жесткость. Материалы, из которых состоит эта система: армирующая сталь, наполнитель из полистирола и бетонная оболочка [1].

Системы монолитных плит в зависимости от соотношения их сторон определяют передачу нагрузки, и они классифицируются как однонаправленные или двунаправленные:

- Однонаправленная плита.

Когда отношение пролетов, длинной стороны к короткой стороне больше 2-х ($L / S > 2$), плита будет работать в коротком направлении [2]. В этой системе легко визуализировать распределение нагрузок от плиты на второстепенные балки, от них на главные балки и затем на колонны.

- Двунаправленная плита.

Двунаправленные плиты известны как плиты, в которых благодаря своей геометрии и типу опоры изгибные напряжения создаются в двух ортогональных направлениях, то есть, когда плита оперта на четыре стороны, а изгибные напряжения развиваются в обоих направлениях. Чтобы противодействовать этим усилиям, создаваемым изгибающими моментами, необходимо армировать плиту в обоих направлениях [3].

В настоящее время существует несколько систем перекрытий, однако, обладая таким большим разнообразием, трудно выбрать наиболее подходящую систему [4]. В данной статье рассмотрены основные характеристики, свойства, а также преимущества нескольких типов плит: наиболее распространенной – однородной монолитной плиты, а также типы плит, предлагаемые авторами – вафельные плиты и сборно-монолитные плиты с фигурными отверстиями.

Вафельные плиты

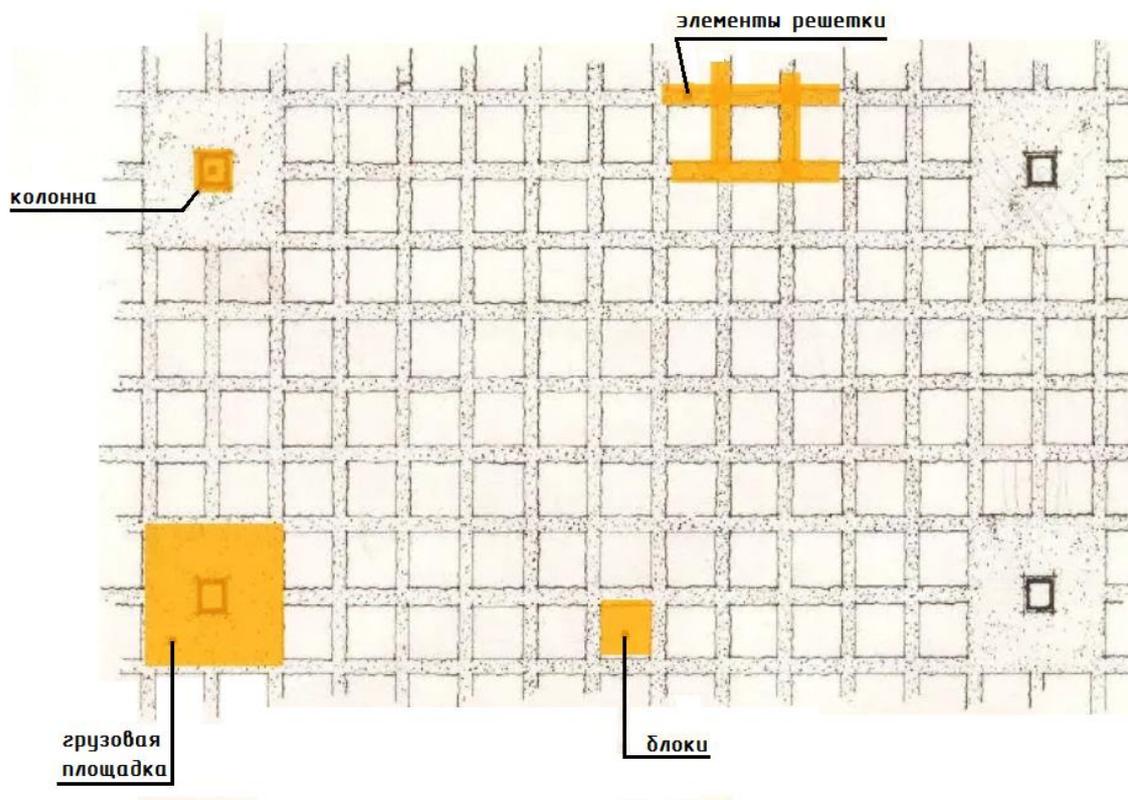


Рис.1 – Вафельная плита

Этот тип плит сделан на основе сети поперечных балок, образующих сетку, оставляя промежутки, которые могут быть заполнены блоками из материалов, чья плотность не превышает 900 кг/м^3 .

Конструкция таких плит напоминает комбинацию простых бетонных сборных элементов в форме ящиков с ребрами из железобетона, которые образуют сетку окружающую сборные блоки со всех четырех сторон. Они также могут быть временно размещены в качестве опалубки для изготовления балок, сборных пластиковых коробок, которые после того, как бетон наберет прочность, должны быть удалены и промыты для последующего использования. В результате получается легкая плита одинаковой толщины.

Преимущества таких конструкций: изгибающие и сдвиговые напряжения относительно невелики и распространяются на большие площади. Это

позволяет свободно размещать перегородки [5]. Хорошее сопротивление сильным концентрированным нагрузкам, так как очень большие полосы распределяются по соседним ребрам в обоих направлениях. Вафельные плиты легче и жестче, чем сплошные плиты, расход бетона уменьшен. Кроме того, более длительный срок службы опалубки, поскольку она только примыкает к ребрам и может использоваться большое количество раз. Эта клеточная решетчатая система придает структурам приятный вид легкости.

Плоское покрытие с обеих сторон придает конструкции более аккуратный вид и позволяет использовать высоту от пола до потолка для прохождения естественного света.

Поверхность плиты обладает оптимальными характеристиками, благодаря чему при отделке, материалы имеют хорошее сцепление, оставляя гладкую поверхность без образования трещин.

Допускается проектирование с увеличением пролетов, что означает возможность значительного уменьшения количества колонн.

Конструкция этого вида плиты обеспечивает звуко- и теплоизоляцию. Они отличаются более высокой жесткостью, большой стабильностью восприятия динамических нагрузок.

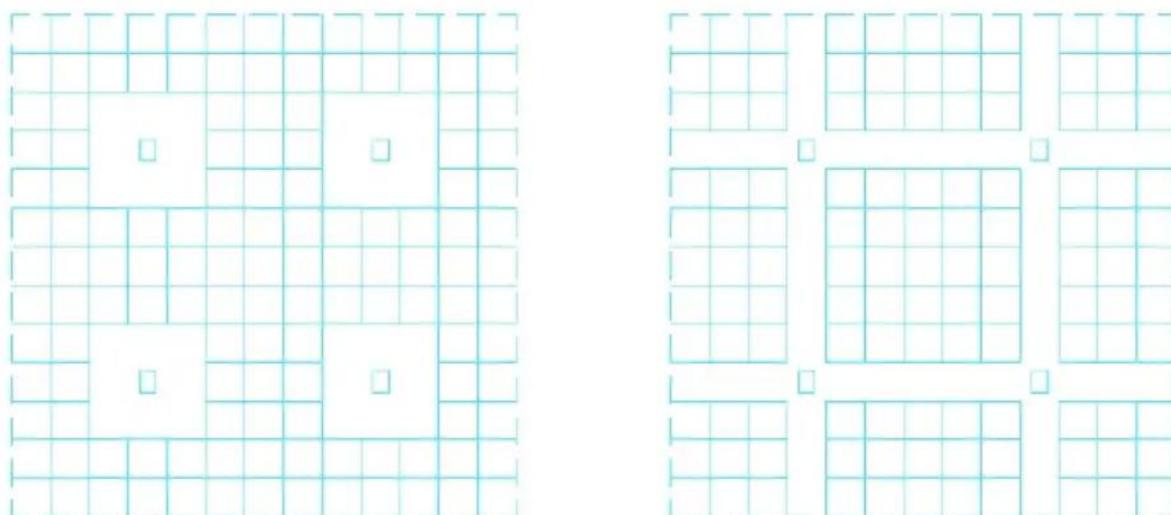


Рис.2 – Вафельная плита. Типы опор (в колоннах и балках)

Данные плиты могут быть применены как в малоэтажных зданиях, так и в достаточно больших: общественные здания, школы, торговые центры, больницы, офисы, многоквартирные дома, склады, а также промышленные здания.

Основные характеристики плиты:

Расстояние между ребрами не должно превышать 75 см [6]. Ширина ребер не должна превышать 10 см. Шаг поперечной арматуры не должен превышать ширину ребра более чем в три раза. Распределительный башмак должен иметь толщину не менее 3,5 см, а также не менее 1/12 расстояния между опорами [7].

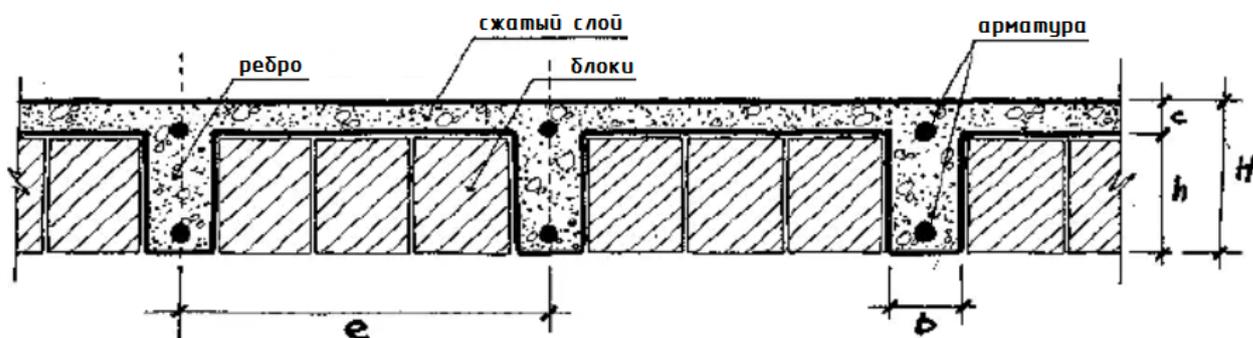


Рис.3 – Продольный разрез вафельной плиты

Однородная монолитная плита:

Вся толщина плиты состоит из бетона и стальной сетки, состоящей из арматурных стержней, связанных между собой проволокой. Стержни расположены в обоих направлениях, в соответствии с характеристиками нагрузки. Расстояния между арматурными стержнями, как правило, будут зависеть от рабочих нагрузок на плиту.

Ниже приведен порядок изготовления однородной плиты:

а) Установка опалубки.

Она начинается с размещения плиты на расстоянии обычно 1 метр в обоих направлениях. Они размещаются на опалубке балок и прибиваются гвоздями. После завершения укладки поддонов проверяются отметки, чтобы убедиться, что опалубка располагается на необходимой высоте. Для прида-

ния жесткости крестовины крепят к опалубке, они будут попеременно прибавляться гвоздями. Таким образом, плита фиксируется с помощью стержней, соединенных с балками. После выполнения всех этих мероприятий проводится общая проверка отметок, чтобы предотвратить неравномерность перекрытия, так как после набора бетоном прочности, сделать это будет невозможно.

б) Армирование стальной арматурой - для размещения арматурных сеток важно выдерживать проектные размеры, места установки стержней [8].

в) Изготовление железобетонной плиты - после установки опалубки и армирования плиты выполняется процесс формовки бетоном, который можно изготовить на месте или привезти с завода.

г) Демонтаж опалубки плиты - удаление и транспортировка конструкций, используемых для опалубки, за пределы рабочей зоны, их хранения, очистки и повторной пропитки дизельным или масляным топливом для его последующего использования [9]. Опалубка может быть удалена в сроки, которые устанавливаются в зависимости от типа используемого бетона (обычный или с добавками).

Сборно-монолитные плиты с фигурными отверстиями

Такие конструкции состоят из сборных балок, которые сделаны из предварительно напряженного бетона, и включают пустоты разной конфигурации, внутри которых могут быть размещены элементы освещения.

Предложены различные параметры пустот для разных модификаций конструкции. Они также могут изготавливаться с заглушкой для предотвращения попадания бетона в отверстия.

Это легкая конструкция, снижающая нагрузку на нижележащие конструкции.

В соответствии с этой методикой изготавливаются балки, которые объединяются с другими конструкциями, и составляют общую систему сборных перекрытий.

Эти балки имеют небольшой вес, что позволяет значительно сэкономить на транспортных и погрузочно-разгрузочных расходах. Они могут иметь различную ширину и длину, в зависимости от условий их эксплуатации, а также от занимаемых площадей [10].

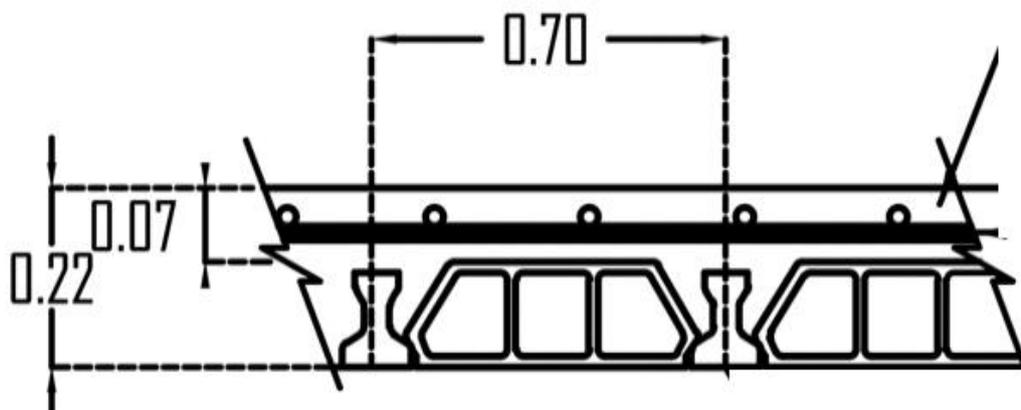


Рис.4 – Продольный разрез сборно-монолитной плиты с фигурными пустотами

Литература

1. Aoyoma H., Naguchi H. Mechanical properties roof concrete under load cycles idealiving seinnieactions // Comit Euto-International du beton. Bulletin dinformation, 131, Rome, 1979.-p. 131.
2. Avilés, J. and Pérez-Rocha, L.E. (2010). “Regional subsidence of Mexico City and its effects on seismic response,” Soil Dynamics and Earthquake Engineering, 30(10): pp. 981-989
3. Cervantes de Salazar, F. (1978). La Vida en México en 1554, 1555: México, D.F., Editorial Porrúa, 233 p.
4. Кашина И.В., Закиева Н.И., Калиберда Д.В., Ким К.А., Ливинский Д.Р. К вопросу разработки конструктивных схем каркасов высотных монолитных железобетонных зданий // Инженерный вестник Дона, 2020, №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N1y2020/6280.

5. Clark L.E., Gerstle K.H., Tuijn L.C. Effect of strain gradient on the stress-strain curve of mortar and concrete // AVI Journal.-1967. № 8, pp. 580-586.
6. Polskoy P.P., Mailyan D.R., Dedukh D.A., Georgiev S.V. Design of reinforced concrete beams in a case of a change of cross section of composite strengthening reinforcement // Global Journal of Pure and Applied Mathematics. 2016. T. 12. №2. pp. 1767-1786.
7. Маилян Д.Р., Польской П.П., Мерват Х., Кургин К.В. О прочности балок из тяжелого бетона при использовании стальной, углепластиковой и комбинированной арматуры, расположенной в два ряда // Инженерный вестник Дона, 2013, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2096/.
8. Аксенов Н.Б., Задорожная А.В., Трофимова В.М., Мещерякова Д.Н., Макагонов Д.Н. К вопросу расчёта арматуры в узле сопряжения безбалочной монолитной плиты с колонной // Инженерный вестник Дона, 2020, №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N3y2020/6384.
9. Rasch Chr. Spannung-Dehnungs-Linien des Betons und Spannungsverteilung in der Biegungsdruckzone bei Konstanter Dehnungsgeschwindigkeit // Deutscher Ausschuss für Stahlbeton.-Heft 154.-Berlin, - 1962, p. 236.
10. Sargin M. Stress-strain relations for concrete and the analysis of structural concrete sections // SM Study, № 4, Solid Mechanics Division, University of Waterloo., Ontario, - Canada, - 1981, pp. 18-21.

References

1. Aoyoma H., Naguchi H. Bulletin dinformation, 131, Rome, 1979.-p. 131.
2. Avilés, J. and Pérez-Rocha, L.E. (2010). Soil Dynamics and Earthquake Engineering, 30(10): pp. 981-989
3. Cervantes de Salazar, F. (1978). La Vida en México en 1554, 1555: México, D.F., Editorial Porrúa, 233 p.
4. Kashina I.V., Zakiyeva N.I., Kaliberda D.V., Kim K.A., Livinskiy D.R. Inzhenernyj vestnik Dona, 2020, №1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N1y2020/6280.
5. Clark L.E., Gerstle K.H., Tuiin L.C. AVI Journal.-1967. № 8, pp. 580-586.
6. Polskoy P.P., Mailyan D.R., Dedukh D.A., Georgiev S.V. Global Journal of Pure and Applied Mathematics. 2016. T. 12. №2. pp. 1767-1786.
7. Mailyan D.R., Pol'skoy P.P., Mervat KH., Kurgin K.V. Inzhenernyj vestnik Dona, 2013, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2013/2096.
8. Aksenov N.B., Zadorozhnaya A.V., Trofimova V.M., Meshcheryakova D.N., Makagonov D.N. Inzhenernyj vestnik Dona, 2020, №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/N3y2020/6384.
9. Rasch Chr. Spannung-Dehnungs-Linien des Betons und Spannungsverteilung in der Biegungsdruckzone bei Konstanter Dehnungsgeschwindigkeit. Deutscher Ausschuss für Stahlbeton.-Heft 154. Berlin, 1962, p. 236.
10. Sargin M. SM Study, № 4, Solid Mechanics Division, University of Waterloo, Ontario, Canada, 1981, pp. 18-21.