РАЗДЕЛ VI. МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЕ

Маклакова С.Н., Волков С.Б.

О моделировании армирования монолитных перекрытий жилых зданий

ФГБОУ ВПО «Костромская сельскохозяйственная академия»

(Россия, Кострома)

doi: 10.18411/sr-10-06-2020-19

idsp: sciencerussia-10-06-2020-19

Аннотация

В настоящее время одной из основных задач проектирование является моделирование наиболее экономичных и одновременно надежных и прочных конструкций. Проектирование современных зданий требует использование большепролетных конструкций, что позволяет воплотить любую задумку архитектора. В данной работе выполнена оценка моделирования монолитных перекрытий квадратной формы различной толщины. Рассмотрена зависимость армирования плиты в зависимости от размера и толщины. Моделирование выполнено с применением программного комплекса ЛИРА. При изменении толщины перекрытия можно получить рациональное соотношение бетона и арматуры, что позволяет получить наиболее экономичный и рациональный вариант.

Ключевые слова: монолитное перекрытие, арматура, бетон, прочность, стоимость, армирование перекрытия.

Abstract

Currently, one of the main design tasks is to model the most economical and at the same time reliable and durable structures. The design of modern buildings requires the use of large-span structures, which allows you to implement any idea of the architect. In this paper, we estimate the simulation of monolithic slabs of square shape with different thickness. The dependence of plate reinforcement on the size and thickness is considered. The simulation was performed using the LIRA software package. When you change the thickness of the floor, you can get a rational ratio of concrete and rebar, which allows you to get the most economical and rational option.

Keywords: solid floor, reinforcement, concrete, strength, cost, reinforcement of the floor.

На сегодняшний день широкое распространение получила технология монолитного возведения сооружений. Ранее популярным было строительство многоэтажных объектов с использованием сборного железобетона. Однако, сравнив стоимость готового квадратного метра здания, по этим двум способам можно прийти к выводу о том, что технология монолитного возведения сооружений значительно выгоднее. Это объясняется тем, что данная технология абсолютно не ограничивает полет фантазии архитекторов, позволяя придать возводимому зданию любые формы фасада, а также дает возможность реализовать индивидуальную внутреннюю планировку для каждого помещения, что обеспечивается за счет возведения перекрытий на несущих колоннах.

Монолитная плита перекрытия – это плоская горизонтальная несущая конструкция из железобетона, сооружаемая в ходе возведения здания путем бетонирования. Для устройства монолитного перекрытия предварительно

устанавливается опалубка, которая армируется рабочими и конструктивными стержнями, диаметр и шаг которых определяется расчетом.

Основным недостатком монолитных плит перекрытия являются:

- устройство, поскольку возведение требует больших трудозатрат на устройство опалубки, арматурные работы, бетонирование и последующий уход за такими конструкциями;
- набор бетоном прочности, которая необходима для возведения вышележащих конструкций, занимает длительное время, что вызывает увеличение сроков строительства (при этом этот процесс должен происходить в ограниченном диапазоне температуры и влажности);

Технология возведения монолитных перекрытий является более эффективной при следующих условиях:

- сложная конфигурация в плане, при которой практически невозможно эффективно расположить сборные элементы, при этом, количество участков из отдельных сборных элементов может быть слишком велико и значительно превышать площадь возводимого перекрытия;
- сложность доставки сборных элементов к месту строительства из-за их удаленности (доставить ингредиенты монолитных перекрытий гораздо проще и дешевле);
- большепролетные конструкции.

Одним из преимуществ монолитных перекрытий является то, что у сборных конструкций низка несущая способность из-за плохой влагозащищенности и коррозионной стойкости таких конструкций. Избавиться от этого недостатка в случае применения монолитного варианта, возможно за счет увеличения защитного слоя бетона, применения антикоррозионных и влагозащитных добавок.

Возникает вопрос, как провести армирование перекрытия таким образом, чтобы оно обладало нужной несущей способностью и было экономичным.

Исследовав литературу, были сделаны выводы о том, что нет той оптимальной границы между надежностью и экономичностью. В следствии чего в работе рассмотрены различные виды армирования перекрытий, различной формы и размеров, для различных типов зданий.

Одним из самых распространенных перекрытием на сегодняшний день является перекрытие квадратной формы. В качестве эксперимента были взяты квадратные перекрытия размером 6х6, 7х7, 8х8, 9х9, 10х10, 11х11, 12х12 метров; тип опирания - по контуру.

Принятые нагрузки:

- Собственный вес
- Нагрузка от конструкции пола - 1.5 кН/м^2
- Нагрузка от веса перегородок - 0.5 кН/м^2
- Полезная нагрузка - 1.5 кН/м^2

В качестве материала принят наиболее распространенный вариант -

бетон В25, арматура А500. Толщина перекрытия варьировалась от 60 мм до 200 мм. При этом учитывались требования [2] п.10.3: высота защитного слоя для перекрытий должно составлять не менее 25 мм, расстояние между стержнями арматуры должно быть не менее 30мм. Следовательно были сделаны ограничения по толщине перекрытия и диаметру арматурных стержней для данной толщины. В результате расчета были получены следующие диаметры стержней.

Моделирование перекрытия произведено с помощью программного комплекса «Ли́ра» версии 9.6, реализующего метод конечных элементов (МКЭ). Программный

комплекс предназначен для расчета комбинированных пространственных систем, состоящих из стержней и пластин произвольной ориентации. Плиты перекрытий моделировались элементами типа «оболочка»;

После выполнения статического расчета, полученные усилия в элементах КЭ схемы, использовались при проверке прочности, жесткости, а также при армировании несущих элементов здания («ЛИР-АРМ» - конструирующий модуль для железобетонных конструкций).

Таблица 1

Принятые диаметры арматуры в зависимости от размеров и толщины перекрытия

Диаметры арматуры, мм												
Плита квадратной формы, шаг арматуры 200 x 200, арматура А500, бетон В25												
Размеры в плане/Толщина	200	190	180	170	160	150	140	130	120	110	100	90
6 x 6	10	10	10	12	12	12	12	12	14	14	16	18
7 x 7	12	12	12	14	14	14	14	14	16	16	18	-
8 x 8	14	14	14	14	16	16	16	16	18	18	20	-
9 x 9	16	16	16	16	16	18	18	18	20	20	25	-
10 x 10	16	18	18	18	18	18	20	20	22	25	-	-
11 x 11	18	18	20	20	20	20	22	22	25	-	-	-
12 x 12	20	20	20	20	22	22	22	25	-	-	-	-

Таблица 2

Объем бетона в зависимости от размеров и толщины перекрытия

Объем бетона, м ³												
Плита квадратной формы, шаг арматуры 200 x 200, арматура А500, бетон В25												
Размеры в плане/Толщина	200	190	180	170	160	150	140	130	120	110	100	90
6 x 6	7.2	6.84	6.48	6.12	5.76	5.4	5.04	4.68	4.32	3.96	3.6	3.24
7 x 7	9.8	9.31	8.82	8.33	7.84	7.35	6.86	6.37	5.88	5.39	4.9	-
8 x 8	12.8	12.16	11.52	10.88	10.24	9.6	8.96	8.32	7.68	7.04	6.4	-
9 x 9	16.2	15.39	14.58	13.77	12.96	12.15	11.34	10.53	9.72	8.91	8.1	-
10 x 10	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	-
11 x 11	24.2	22.99	21.78	20.57	19.36	18.15	16.94	15.73	14.52	13.31	12.1	-
12 x 12	28.8	27.36	25.92	24.48	23.04	21.6	20.16	18.72	17.28	15.84	14.4	-

Таблица 3

Расход арматуры в зависимости от размеров и толщины перекрытия

Диаметры арматуры, мм												
Плита квадратной формы, шаг арматуры 200 x 200, арматура А500, бетон В25												
Размеры в плане/Толщина	200	190	180	170	160	150	140	130	120	110	100	90
6 x 6	10	10	10	12	12	12	12	12	14	14	16	18
7 x 7	12	12	12	14	14	14	14	14	16	16	18	-
8 x 8	14	14	14	14	16	16	16	16	18	18	20	-
9 x 9	16	16	16	16	16	18	18	18	20	20	25	-
10 x 10	16	18	18	18	18	18	20	20	22	25	-	-
11 x 11	18	18	20	20	20	20	22	22	25	-	-	-
12 x 12	20	20	20	20	22	22	22	25	-	-	-	-

Таблица 4

Расчетная масса перекрытия в зависимости от размеров и толщины перекрытия

Масса перекрытия т.												
	200	190	180	170	160	150	140	130	120	110	100	90
6 x 6	18.5	17.6	16.7	16.0	15.1	14.2	13.2	12.3	11.7	10.8	10.1	9.5
7 x 7	25.1	23.9	22.7	21.7	20.5	19.3	18.0	16.8	15.9	14.7	14.2	-
8 x 8	33.6	32.0	30.4	28.8	27.6	26.0	24.4	22.8	21.8	20.2	19.2	-
9 x 9	43.1	41.1	39.0	37.0	35.7	33.6	31.6	29.6	28.3	26.3	26.3	-
10 x 10	53.2	51.5	49.0	46.5	44.0	41.5	40.0	37.5	36.0	33.2	-	-
11 x 11	65.4	62.4	60.5	57.4	54.4	51.4	49.6	46.6	45.7	-	-	-
12 x 12	79.2	75.6	72.0	68.4	66.2	62.6	59.0	57.5	-	-	-	-

Рис. 1. График зависимости массы перекрытия от его толщины

При расчете усредненной стоимости м² перекрытия на 01.02.2020 г. были приняты: средняя стоимость бетона В25 составила 3900 рублей за 1 м³ (прайс «БРЗ» г. Кострома), стоимость 1м.п. арматуры (прайс ОАО «Shop Metall»)

Диаметр, мм	10	12	14	15	18	20	22	25
Цена за 1 м.п., тыс. руб	28	38	51	66	84	108	125	165

Таблица 5

Расчетная масса 1 м³ перекрытия в зависимости от размеров и толщины

Стоимость перекрытия руб.											
Плита квадратной формы, шаг арматуры 200 x 200, арматура А500, бетон В25											
	200	190	180	170	160	150	140	130	120	110	100
6 x 6	28080	26676	25272	23868	22464	21060	19656	18252	16848	15444	14040
7 x 7	38220	36309	34398	32487	30576	28665	26754	24843	22932	21021	19110
8 x 8	49920	47424	44928	42432	39936	37440	34944	32448	29952	27456	24960
9 x 9	63180	60021	56862	53703	50544	47385	44226	41067	37908	34749	31590
10 x 10	78000	74100	70200	66300	62400	58500	54600	50700	46800	42900	39000
11 x 11	94380	89661	84942	80223	75504	70785	66066	61347	56628	51909	47190
12 x 12	112320	106704	101088	95472	89856	84240	78624	73008	67392	61776	56160

Рис. 2. График зависимости стоимости 1 м³ перекрытия от его толщины

Таким образом, можно сделать вывод о том что при изменении толщины перекрытия можно получить рациональное соотношение бетона и арматуры. Это позволяет сделать перекрытие достаточно прочным и легким одновременно. Так же эта данное соотношение позволяет снизить себестоимость таких перекрытий, что экономически целесообразно.

1. СП 23-101-2004 «Проектирование тепловой защиты зданий», Госстрой РФ – Москва, 2004г.
 2. СНиП 2.08.01-89* Жилые здания (с Изменениями N 1-4)
 3. СП 20.13330.2016 Нагрузки и воздействия. Актуализированная редакция СНиП 2.01.07-85* (с Изменением N 1)
 4. ГОСТ 34028-2016 Прокат арматурный для железобетонных конструкций. Технические условия
 5. ГОСТ 26633-2015 Бетоны тяжелые и мелкозернистые. Технические условия
 6. СП 63.13330.2012 Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. Актуализированная редакция СНиП 52-01-2003 (с Изменениями N 1, 2, 3)
-