

Автор:

Гатина Алия Искандаровна

магистрант

ФГБОУ ВО «Самарский государственный

технический университет»

г. Самара, Самарская область

РАСЧЕТ МОНОЛИТНОГО РЕБРИСТОГО ПЕРЕКРЫТИЯ

Аннотация: в статье рассмотрен расчет ребристого монолитного перекрытия, с выявленной экономией строительных материалов.

Ключевые слова: математический расчет, монолитное ребристое перекрытие, арматура, площадь бетона, подбор сечения.

Монолитное ребристое перекрытие (перекрытие по балкам) является более экономичным, чем сплошное монолитное перекрытие между 2 стенами – опорами и более экономичным, чем сплошное монолитное перекрытие по контуру – опирающееся на все 4 стены.

Однако у ребристых монолитных перекрытий есть и недостаток, например – это необходимость использования более сложной опалубки.

Одним из способов решения этой проблемы является использование несъемной опалубки. Рассмотрим основные принципы расчета на примере однопролетного ребристого монолитного перекрытия, у которого балки – ребра имеют простое прямоугольное сечение.

Пример расчета монолитного ребристого перекрытия с балочными плитами

Дано: для изготовления плиты и балок будет использоваться все тот же бетон класса В20, имеющий расчетное сопротивление сжатию $R_b = 11.5$ МПа, арматура класса А400, $R_s = 355$ МПа.

Требуется: подобрать сечение арматуры для плиты по балкам и более точно определить геометрические параметры балок.

Решение:

1. Расчет балок.

Если балки будут бетонироваться отдельно от плиты перекрытия, то расчет таких балок ничем не отличается от расчета обычных железобетонных балок прямоугольного сечения. А если и балки, и плита будут бетонироваться одновременно, то это балки таврового сечения, у которых плита является полкой тавра, а сама балка является ребром тавра. При этом увеличивается площадь сжатой зоны бетона, что в итоге и дает значительную экономию.

В нашем примере мы имеем следующие параметры перекрытия, необходимые для расчета плиты:

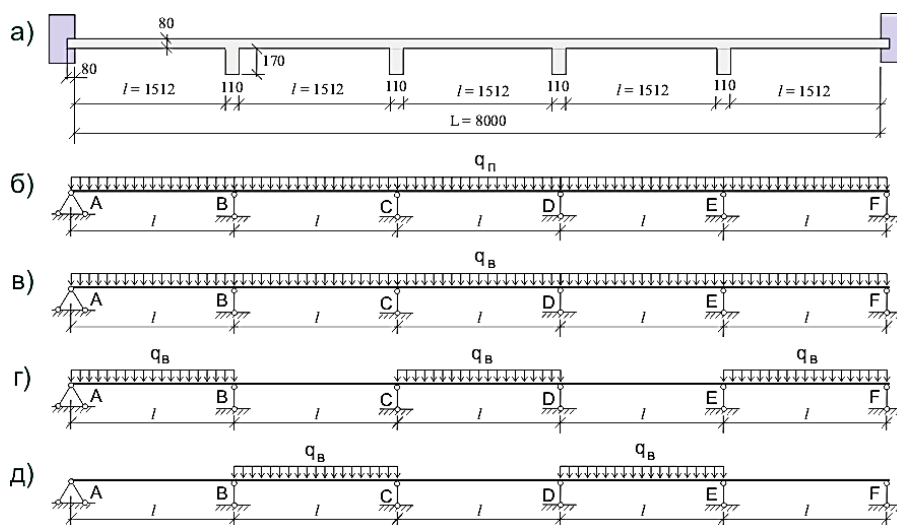


Рис. 1. Расчетная схема для монолитного перекрытия по балкам

На рисунке 1. а) размеры указаны в миллиметрах, однако для дальнейших расчетов удобнее использовать сантиметры.

2. Расчет монолитной плиты – многопролетной неразрезной балки.

2.1. Многопролетная неразрезная балка является статически неопределимой и степень статической неопределимости зависит от количества пролетов. В этом примере балка будет четырежды статически неопределимой. В многопролетной балке возникают моменты на промежуточных опорах. Железобетон является композитным материалом, в котором бетон работает на сжатие, арматура на растяжение, значит, в многопролетной балке армирования только в нижней зоне сечения недостаточно. На опорах потребуется армирование и в верхней зоне.

2.2. На значение момента в пролетах будет влиять характер приложения нагрузки. Для многопролетной неразрезной балки изменение приложения

нагрузки может приводить к тому, что вместо сжимающих напряжений в рассматриваемых сечениях будут действовать растягивающие и наоборот.

2.3. Балки, принимаемые в данном примере за промежуточные опоры, будут прогибаться под воздействием нагрузки, и этот прогиб следует учитывать при расчетах.

2.4. В крайних пролетах при выбранной расчетной схеме значения изгибающих моментов будут больше, чем в остальных. Это потребует установки арматуры большего сечения, а для бетонной конструкции изменение сечения арматуры при неизменных геометрических параметрах поперечного сечения означает изменение жесткости. Кроме того, образование трещин в растянутой зоне сечения также означает изменение момента инерции по длине плиты. А изменение жесткости также следует учитывать при расчетах.

Расчет плиты согласно п.2.1 и 2.2 даст следующие результаты:

– уточненная огибающая эпюра моментов с учетом изменившейся нагрузки

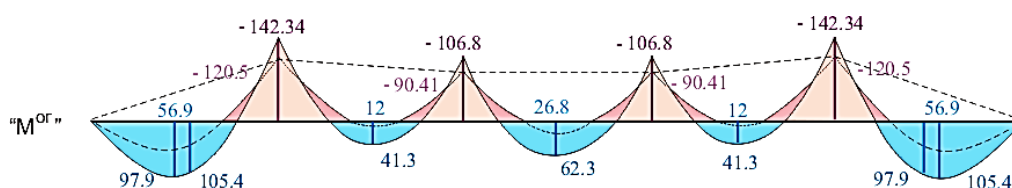


Рис. 2. Эпюра моментов

– расчет с учетом осадки опор внесет в эпюру моментов на центральном участке плиты следующие коррективы:

приведенная эпюра моментов 5 пролетной балки с учетом осадок опор

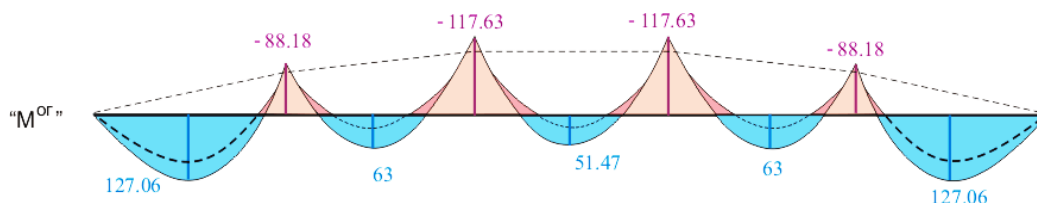


Рис. 3. Эпюра моментов с учетом осадки

Можно принимать сечение арматуры одинаковым для всех пролетов, то таких данных достаточно для подбора арматуры. Для крайних пролетов, при расчете многопролетной балки, было принято армирование 1 м ширины плиты

5 стержнями арматуры $d = 6$ мм, площадь сечения арматуры составляет $A_s = 1.42 \text{ см}^2$. Все продольные стержни должны быть заведены за грань крайних опор – стен не менее чем на $5d$ – при отсутствии поперечной арматуры и не менее, чем на $10d$ – при наличии поперечной арматуры. Проверить необходимость установки поперечной арматуры можно по следующей формуле:

$$Q_{\max} \leq 2.5R_{bt}bh_o \quad (1)$$

Q_{\max} – максимальное значение поперечной силы. Согласно расчету многопролетной балки на опорах А и F $Q_{\max} = 269.6 \cdot 0.91 = 245.3 \text{ кг}$; R_{bt} – расчетное сопротивление бетона растяжению

$$245.3 < 2.5 \cdot 9 \cdot 100 \cdot 4.7 = 10575 \text{ кг}$$

а также по формуле:

$$Q_{\max} \leq 0.5R_{bt}bh_o + 3h_oq \quad (2)$$

$$245.3 < 0.5 \cdot 9 \cdot 100 \cdot 4.7 + 3 \cdot 4.7 \cdot 6.1 = 2201 \text{ кг}$$

Условие выполняется с очень большим запасом, но все же принимаем минимально допустимую длину заделки не менее $10d = 10 \cdot 6 = 60 \text{ мм}$. Конструктивно принятая длина опирания 80 мм является достаточной. Перед промежуточными опорами стержни нижнего армирования должны заходить в сжатую зону бетона (нижняя зона сечения) на расстояние не менее чем на $12d = 72 \text{ мм}$ и не менее чем

$$l_{an} = (\omega_{an}R_s/R_b + \Delta\lambda_{an})d \quad (3)$$

$$l_{an} = (0.5 \cdot 3600/105.3 + 8)6 = 151 \text{ мм, не менее } 10d \text{ и не менее } 200 \text{ мм.}$$

Длина стержней нижнего армирования в крайних пролетах – не менее $0.75l + l_{an} = 0.75 \cdot 1512 + 151 = 1334 \text{ мм}$ или около 135 см. В средних пролетах – около $0.5l + 2l_{an} = 1156 \text{ мм}$ или около 120 см. Стержни верхнего армирования над промежуточными опорами должны заходить в сжатую зону сечения на такое же расстояние. Обычно считается, что достаточно завести арматуру на $0.25l$ в каждую сторону от опоры. На приопорных участках крайних опор – стен предусматривается верхнее армирование. Стержни верхнего армирования имеют длину около $1/10$ длины пролета.

Список литературы

1. СНиП 2.03.01-84. Бетонные и железобетонные конструкции. – М., 1984.
2. СНиП 52-01-2003. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения. – М., 2004.
3. Байков В.Н. Железобетонные конструкции: Общий курс / В.Н. Байков, Э.Е. Сигалов. – М.: Стройиздат, 1985. – 728 с.
4. Расчет монолитного ребристого перекрытия [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://alexfl.pro/inform/inform_raschet25.html (дата обращения: 16.11.2017).