

Влияние высоты ребра, подкрепляющего технологическое отверстие в прямоугольной железобетонной плите, на ее жесткость

Вербицкая О.Л.

Белорусский национальный технический университет

Выполнены исследования влияния ребер жесткости, обрамляющих прямоугольное отверстие в железобетонных прямоугольных плитах. Расчет железобетонной плиты выполнялся как нелинейно деформируемого элемента. Установлены максимальные значения прогибов гладкой плиты и плиты с отверстием, подкрепленным ребрами.

В промышленном строительстве очень часто приходится устраивать монолитные перекрытия. Технологические требования иногда предполагают наличие отверстий в таких перекрытиях. Это вызвано необходимостью пропуска вентиляционных каналов и устройством подъемников. Как правило, такие отверстия подкрепляются ребрами жесткости. Поэтому необходимо знать, как влияет само отверстие и обрамляющие их ребра на жесткость (рис. 1). Исследуем такую ребристую железобетонную плиту, нагруженную равномерно распределенной нагрузкой по ее поверхности.

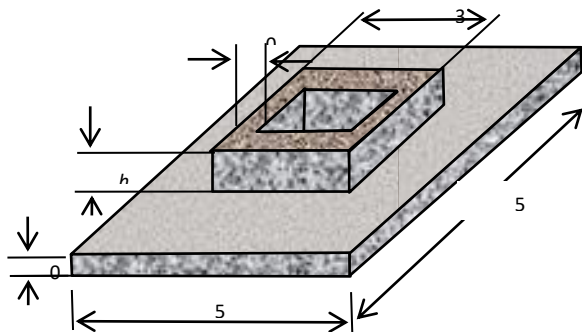


Рис.1. Прямоугольная железобетонная плита с отверстием, подкрепленным ребрами

Расчет выполним по программе *Sturm*. Компьютерная программа *Sturm* предназначена для расчета прямоугольных железобетонных плит с учетом нелинейного закона деформирования [1]. В программе предусмотрена возможность для устройства сквозных отверстий и ребер жесткости. Для расчета примем следующие исходные данные: размеры плиты в плане $5,6 \times 5,6$ м; толщина полки плиты 18 см; высота ребра переменная и меняется от 18 см до 40 см; модуль упругости арматуры 200 ГПа; средняя прочность бетона на растяжение 2,2 МПа; толщина защитного слоя арматуры 15 мм; нагрузка в виде равномерно распределенной силы 40 кН/м²; коэффициент Пуассона бетона 0,20; начальный модуль упругости бетона 32 ГПа; нормативное сопротивление бетона сжатию 20 МПа; нормативное сопротивление арматуры растяжению 400 МПа; площадь арматуры в ребрах жесткости 8,0 см²; допустимая ширина раскрытия трещин 0,4 мм.

Для анализа и сравнения результатов по программе *Sturm* выполнены расчеты прямоугольной гладкой железобетонной плиты, гладкой прямоугольной плиты с прямоугольным отверстием и прямоугольной железобетонной плиты с прямоугольным отверстием, подкрепленным ребрами жесткости (рис. 1). Максимальный прогиб гладкой прямоугольной плиты оказался равным 33 мм и располагался в ее середине. На рисунке 2 показаны карты изолиний прогибов для гладкой плиты и плиты с отверстием.

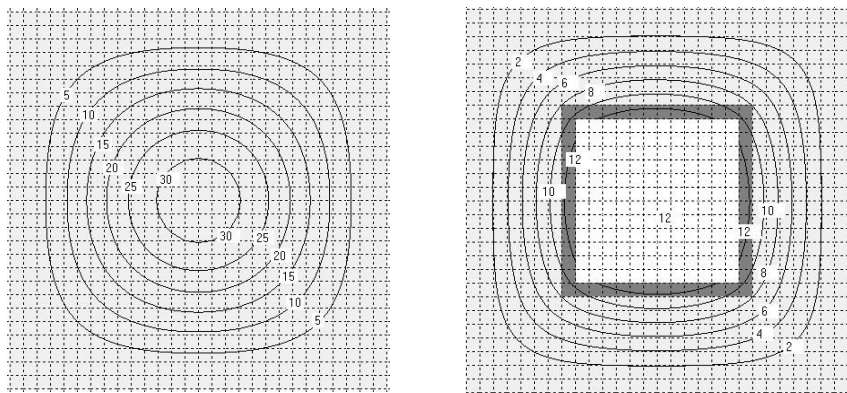


Рис.2. Карта изолиний прогибов сплошной прямоугольной плиты (слева) и плиты с отверстием, подкрепленным ребрами (справа)

Максимальные прогибы прямоугольной железобетонной плиты с отверстием, подкрепленным ребрами, зависят от высоты ребра и располагаются у краев отверстия. Что хорошо наблюдается на карте изолиний прогибов плиты (рис. 2).

Выполнены расчеты плиты с отверстием при различных высотах, подкрепляющих их ребер. Очевидно, что при площади сечения сетки $15 \text{ см}^2/\text{м}$ увеличение высоты ребра от 18 см до 42 см приводит к уменьшению максимального прогиба плиты от 13,5 мм до 9,43 мм. Если площадь сечения сетки меньше и принята равной $5 \text{ см}^2/\text{м}$, то прогибы становятся больше и равны при высоте ребра 18,0 см 28,9 мм, а при высоте ребра 42 см – 18,1 мм.

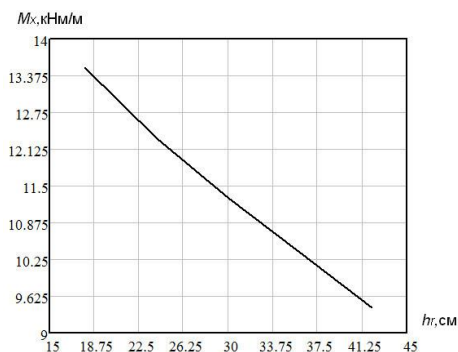


Рис. 3. График зависимости максимального изгибающего момента в плите с отверстием от высоты ребра

Получен график зависимости максимального изгибающего момента в плите с отверстиями и ребрами (рис.3). Можно установить, что зависимость имеет вид практически прямой линии. С увеличением высоты ребер жесткости максимальный прогиб значительно уменьшается.

Литература

1. Вербицкая, О.Л. Оптимизация физически нелинейных прямоугольных пластин кусочно-постоянного сечения: диссертация на соискание ученой степени к.т.н.: 05.23.17./О.Л. Вербицкая; БНТУ.– Минск, 2011. – 142 с.