

ВОЗНИКНОВЕНИЕ АРОЧНОГО ЭФФЕКТА В СБОРНЫХ МНОГОПУСТОТНЫХ ПЛИТАХ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА НДС ГЛАВНЫХ РИГЕЛЕЙ ПЛОСКОГО СБОРНО-МОНОЛИТНОГО ПЕРЕКРЫТИЯ

© Савицкий Н.В., Зезюков Д.М., 2010

Подано інформацію про НДС середніх ригелів плоского збірно-монолітного перекриття при виникненні у багатопорожнинних плитах арочного ефекту.

Ключові слова: арочний ефект, НДС головних ригелів.

Occurrence of arch effect in modular multihollow plates and its influence on tensely deformed condition of the main crossbars stressedly-deformed beams state of simple flat-slab precast and cast-in-situedeck.

Keywords: arch effect, tensely deformed condition of the main crossbars.

Введение. Инновационная архитектурно-конструктивно-технологическая система разработана в ПГАСА (патенты Украины 69769А, u 2005 05127, u 2005 05146, № 19976, № 23425, № 23418, № 24122). В конструкции каркаса используются монолитные либо сборные колонны и сборно-монолитное плоское перекрытие. Конструктивное решение представляет собой плоский диск перекрытия, состоящий из сборных многопустотных плит, примыкающих в одном уровне к монолитным несущим ригелям (условным ригелям) (рис. 1), посредством бетонных шпонок, размещенных в открытых по торцам плит круглых пустотах и выполненных монолитно с несущими ригелями.



Рис. 1. Фрагмент сборно-монолитного перекрытия в процессе монтажа

Высота сечения несущих ригелей для сокращения расхода металла на их армирование увеличена на толщину стяжки пола (50 мм) и составляет 270 мм при толщине плит перекрытий 220 мм.

Сборные преднапряженные плиты размещены группами в каждой ячейке перекрытия между соседними несущими и связевыми ригелями (рис. 2), и объединены между собой межплитными швами омоноличивания.

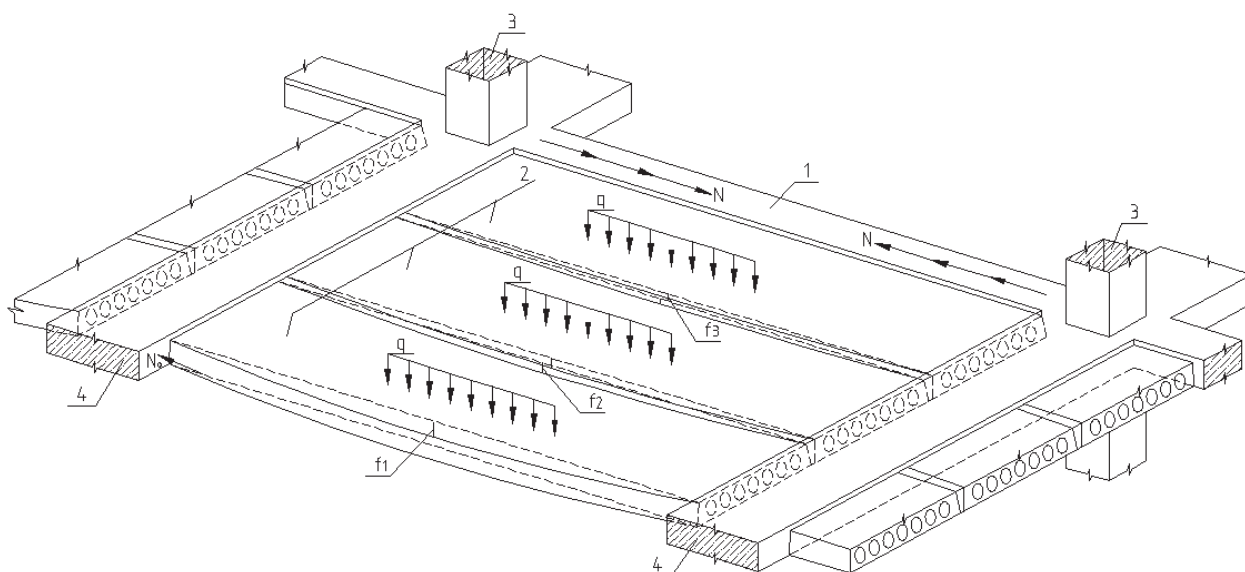


Рис. 2. Ячейка сборно-монолитного перекрытия:
 1 – связевой ригель; 2 – сборная многопустотная плита;
 3 – колонна; 4 – средний несущий ригель

Связевые ригели расположены по осям колонн параллельно длине плит перекрытия на всю длину ячейки секции. Продольное рабочее армирование ригелей арматурой класса А400С без предварительного напряжения.

Большой интерес представляет работа стыков торцов плит с несущими ригелями. Логично предположить, что по низу в вышеуказанных стыках действуют деформации сжатия как следствие работы многопустотных плит в составе диска перекрытия на изгиб с упором в несущие ригели согласно гипотезе плоских сечений.

На основании теоретических данных были выполнены исследования по определению арочного эффекта в многопустотных плитах перекрытия.

Цель исследования. Определение арочного эффекта в сборных многопустотных плитах и его влияние на НДС главных ригелей плоского сборно-монолитного перекрытия.

Изложение основного материала. Расчёт напряженно-деформированного состояния многопустотной панели перекрытия как элемента плоского сборно-монолитного перекрытия выполнен в линейной и физически нелинейной постановке. Во втором случае схема плиты выполнена с помощью физически нелинейных объёмных конечных элементов.

Арматурные включения в плитах назначаются процентами армирования в качестве отношений площади арматуры к площади поперечного сечения конечного элемента по направлениям главных осей конструкции X, Y, Z.

При решении физически нелинейной задачи выполнен шагово-итерационный расчёт. Шаговый процессор позволяет получить напряженно-деформированное состояние с учетом нелинейных эффектов материалов конструкции [5]. На каждом шаге производится оценка напряженно-деформированного состояния многопустотной плиты.

Информация о напряженно-деформированном состоянии многопустотной плиты анализировалась после каждого нагружения с коэффициентом 0,5, т.е. каждое нагружение было разделено на два шага. Один шаг составлял 0,12 т/м².

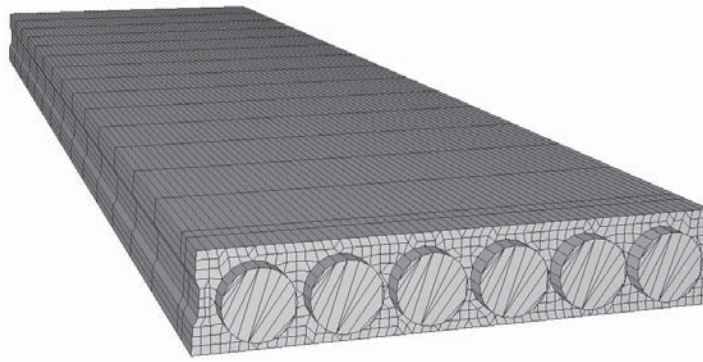


Рис. 3. Модель плиты: а – модель плиты без шпонок; б – со шпонками (150 мм в теле плиты)

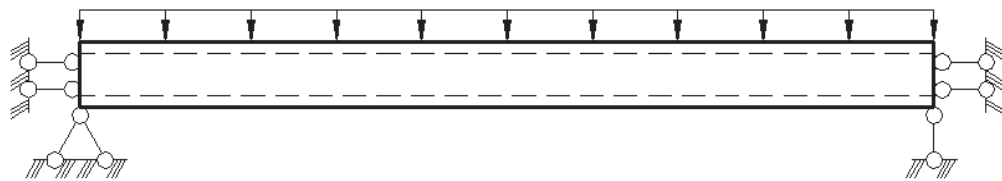


Рис. 4. Расчётная схема плиты, закреплённой по пустотам

Расчеты НДС многпустотной панели перекрытия как элемента плоского сборно-монолитного перекрытия выполнен в ПК “Lira 9.4” на основе метода конечных элементов.

Анализ результатов исследований. Как известно, арка как строительная конструкция во всех сечениях работает на центральное сжатие. Распределение главных растягивающих и сжимающих напряжений по N_z в продольном центральном сечении закреплённой по отверстиям многпустотной плиты при линейной и нелинейной задаче, основываясь на проведённых исследованиях, принимают вид, изображенный на рис. 5.

При линейной и физически нелинейной постановке задачи можно видеть, что распределение главных сжимающих напряжений имеет различный характер. Так, при линейной задаче в четверти пролёта плиты присутствует зона нулевых напряжений, которая является границей между распределением главных сжимающих напряжений в нижнем крае и верхней пролётной частью сечения элемента.

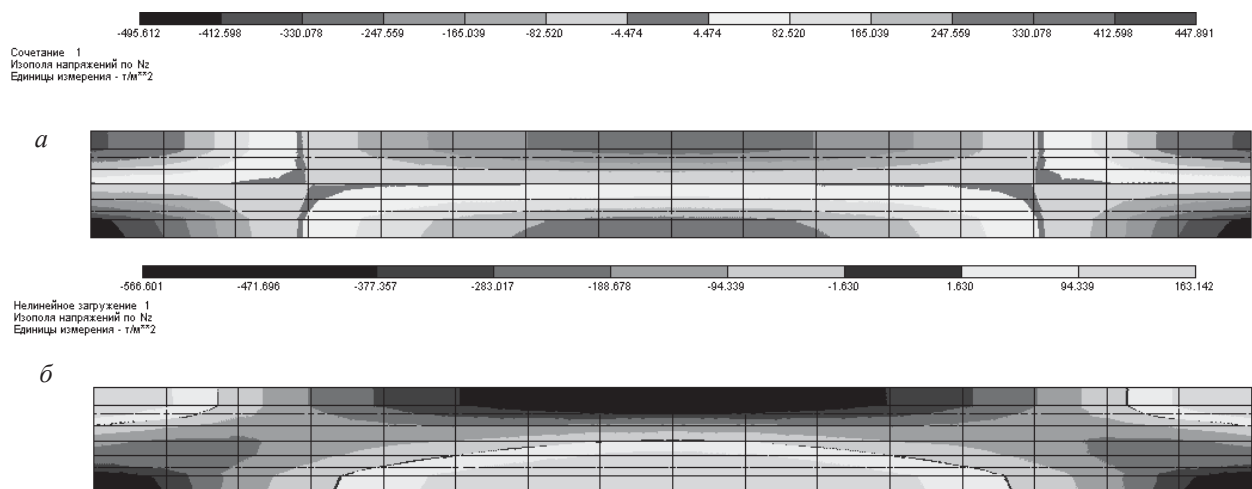


Рис. 5. Распределение главных растягивающих и сжимающих напряжений N_z в продольном центральном сечении закреплённой по отверстиям многпустотной плиты при решении: а – линейной задачи; б – нелинейной задачи

При нелинейной постановке задачи зона нулевых напряжений в вышеуказанном участке (рис. 5, б), отсутствует. В отличие от результатов решения линейной задачи, в зоне нулевых напряжений действуют сжимающие усилия интенсивностью в диапазоне $-94,3 \text{ т/м}^2 \dots -188,7 \text{ т/м}^2$. Распределение главных сжимающих напряжений, таким образом, имеет связный характер, и распределяется по продольному сечению элемента в виде арочного очертания (рис. 5, б).

Кроме того, значения напряжений при линейной и нелинейной постановке составляют соответственно для сжатой и растянутой зон $-495,61 \text{ т/м}^2 \dots +477,89 \text{ т/м}^2$; $-566,6 \text{ т/м}^2 \dots +163,14 \text{ т/м}^2$. И если напряжения сжатия при линейном расчёте отклоняются в пределах 12,5 %, то напряжения растяжения разнятся до 70 %, что свидетельствует о невозможности выполнения анализов по результатам расчёта линейной задачи, учитывая столь большие отклонения.

Связный характер распределения главных сжимающих напряжений, полученный путём нелинейного расчёта многопустотной плиты, свидетельствует о возникновении арочного эффекта.

Средние несущие ригели сечением 900x270 мм в плоском сборно-монолитном перекрытии воспринимают продольный реактивный распор от многопустотных плит перекрытия вследствие их стеснённых деформаций посредством ригелей. Этот эффект возникает от действия вертикальной нагрузки на сборные плиты, которые работают в условиях поперечного изгиба.

Реактивные распорные усилия, передаваемые плитами перекрытия на средние главные ригели, вызывают появление в их сечениях изгибающих моментов обратного знака. При этом начальный изгибающий момент в средних ригелях от действия распределённой нагрузки частично уменьшается.

От поворота опорных сечений многопустотных плит перекрытия, согласно гипотезе плоских сечений, обусловленных появлением касательных напряжений между монолитной шпонкой и сборной многопустотной плитой, в средних ригелях возникают деформации сжатия, которые приводят к их выгибу (рис. 6). Отрицательные изгибающие моменты в средних несущих ригелях являются следствием выгиба от возникновения в плитах арочного эффекта.

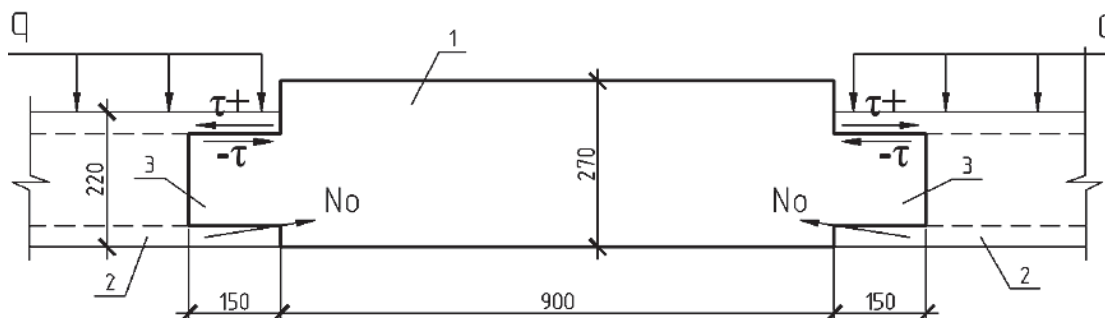


Рис. 6. Узел сопряжения сборных многопустотных плит с монолитным средним ригелем через шпонку:
1 – средний несущий ригель; 2 – сборная многопустотная плита; 3 – монолитная шпонка

Выводы

1. Определен арочный эффект в многопустотных плитах перекрытия как элементах плоского сборно-монолитного перекрытия.
2. Установлено, что под воздействием арочного эффекта начальный изгибающий момент в средних ригелях от действия распределённой нагрузки частично уменьшается.

1. Мордич А.И. Сборно-монолитная каркасная система МВБ-01 с плоскими перекрытиями для зданий различного назначения: Белниис. – Мн.: Минсктипроект. – 1999. 2. Мордич А.И., Вигдорчик Р.И., Белевич В.Н., Многоэтажные здания по серии Б1.020.1-7 со сборно-монолитными каркасами и плоскими перекрытиями из многопустотных плит // В сб. “Современные архитектурно-конструктивные системы зданий и сооружений, новые строительные материалы и технологии”. – Минск: НПО “Стринко”. – 2000. – С. 3–22. 3. Патент України на корисну модель № 23425 “Спосіб улаштування збірно-монолітного залізобетонного перекрыття”. Зареєстр. 25.05.2007 / Савицький М.В., Магала В.С., Чернець В.А., Рабіч О.В., Чумак Ю.Г., Куліченко І.І.,

Пішінко О.М., Нікіфорова Т.Д., Зінкевич О.Г., Токар О.Л. 4. Перельмутер А.В., Сливкер В.И. Расчетные модели сооружений и возможность их анализа. – К.: Сталь, 2002. 5. Основные теоретические и расчетные положения. Некоторые рекомендации. Руководство пользователя. Кн. 1. – К.: НИИАСС, 2002. – 147 с. 6. Савицкий Н.В., Зезюков Д.М. Рациональные области применения рамных систем без диафрагм жесткости для строительства многоэтажных и высотных зданий // Строительство, материаловедение, машиностроение. № 47. – Днепропетровск: ПГАСА, 2008. – С. 526–532. 7. Инновации в расчёте плоского сборно-монолитного перекрытия / Н.В. Савицкий, Д.М. Зезюков. – Warsaw: Theoretical Foundations of Civil Engineering. Polish-Ukrainian-Lithuanian Transactions. – 2009. – Vol. 17. – С. 485–488. 8. Особенности армирования главных ригелей плоского сборно-монолитного перекрытия / Н.В. Савицкий, Д.М. Зезюков // Строительство, материаловедение, машиностроение. ПГАСА, 2009. № 50. – С. 458–462. 9. Особенности расчёта напряженно-деформированного состояния ригелей плоского сборно-монолитного перекрытия / Н.В. Савицкий, Д.М. Зезюков. – Минск: Проблемы современного бетона и железобетона // Сб. тр. в 2 ч. Ч.1 // Бетонные и железобетонные конструкции. – Минск: Минсктиппроект, 2009. – С. 361–368.

УДК 624.072.3

О.В. Семко, Д.В. Бібік, А.А. Орліковський

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

ВИЗНАЧЕННЯ НАПРУЖЕНО-ДЕФОРМОВАНОГО СТАНУ НОРМАЛЬНОГО ПЕРЕРІЗУ ЗБІРНО-МОНОЛІТНОГО РИГЕЛЯ ЗА ДЕФОРМАЦІЙНИМ МЕТОДОМ

© Семко О.В., Бібік Д.В., Орліковський А.А., 2010

Вдосконалено деформаційний метод розрахунку збірно-монолітних сталезалізобетонних конструкцій. Розроблено універсальний метод числового розрахунку перерізу сталезалізобетонного ригеля, що враховує особливості реальних діаграм $\sigma(\epsilon)$ матеріалів конструкцій. Використовуючи описаний алгоритм, виконано комплекс числових досліджень перерізів таких ригелів.

Ключові слова: збірно-монолітні конструкції, метод розрахунку, деформаційна модель, фізична нелінійність.

The article is about the analysis of composite steel-concrete structures. Universal method of analysis of steel-concrete composite beam, in consideration of the physical nonlinearity is stated in the article.

Keywords: precast and cast-in-situ structure, method of analysis, composite beams, deflected mode.

Постановка проблеми. Розвиток будівельної галузі супроводжується пошуком нових матеріалів та конструкцій, їх поєднань, з метою зменшення матеріалоемності, підвищення несучої здатності конструкцій. Сумісне використання листової сталі та бетону утворює новий вид конструкцій – сталезалізобетон (СЗБ). Одночасне використання бетону та сталі дає змогу отримати кращі показники міцності та жорсткості конструкції, зменшити розміри поперечного перерізу, використати сталевий прокат як незнімну опалубку при бетонуванні. СЗБ конструкції мають істотні переваги при проекту-