

Ссылка для цитирования

Марченко М.С. Плоские безбалочные преднапряженные перекрытия в сейсмостойком строительстве общественных зданий // Вестник международной ассоциации экспертов по сейсмостойкому строительству. 2018. №1. С. 97-100.

ПЛОСКИЕ БЕЗБАЛОЧНЫЕ ПРЕДНАПРЯЖЕННЫЕ ПЕРЕКРЫТИЯ В СЕЙСМОСТОЙКОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

Максим Сергеевич Марченко, Главный инженер проектов АО «Институт технологий преднапряжения» г. Москва, Российская Федерация, старший преподаватель Московского политехнического университета, marchenko@tension.ru

Менен prestressed бетондун жалнак beamless полдор үчүн тирешүү технологиясы "бетон" аймактарында сейсмикалык иш-аракеттери менен байланышкан көйгөйлөр. Эске prestressed бетон имараттардын кадыр-баркы, мисалы, техникалык чечимдерди бир дизайн өзгөчөлүктөрү. Keywords: бетон, кырдаалды темир prestressed "бетон", К-7, жалнак girderless жер титирөө инженердик жибин бекемдөө.

Рассмотрены вопросы применения преднапряженного железобетона с технологией натяжения «на бетон» для плоских безбалочных перекрытий в районах с сейсмической активностью. Приведены достоинства зданий из преднапряженного железобетона и некоторые конструктивные особенности подобных технических решений. Ключевые слова: преднапряженный железобетон, натяжение «на бетон», арматурные канаты типа К-7, плоские безбалочные сейсмостойкое строительство.

Post-tensioned concrete buildings for seismic zones are considered. Advantages of such buildings and few structural solutions are given. Key words: prestressed concrete, post-tensioning, strands, flat slabs, earthquake resistant construction.

Инженерной общественности известно применение технологии преднапряженного железобетона в сооружениях общественного назначения, таких как: офисные здания, гостиницы, торговые комплексы, паркинги и т.д. За последние два десятилетия возросло количество объектов подобного рода с натяжением прядей (семипроволочных арматурных канатов типа К-7) на затвердевший бетон.

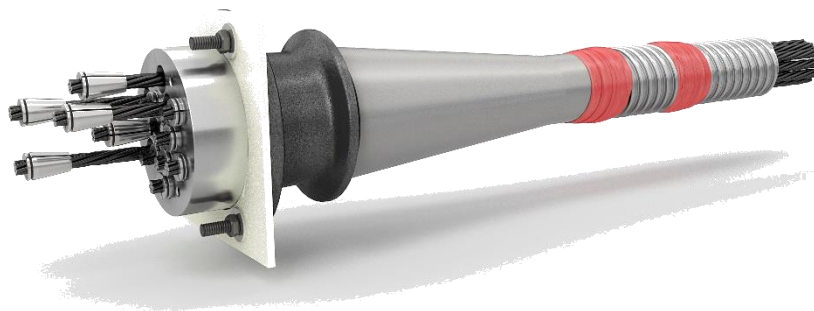


Рис.1. Общий вид анкерного узла для системы преднапряжения «на бетон».

В литературе, изданной на территории СССР, такой метод получил название «натяжение на бетон». Именно под таким наименованием мы можем найти требования по проектированию и строительству объектов с преднапряжением «на бетон» в нормативных документах [1], [2]. В англоязычной научной литературе такой метод называется пост-напряжением (post-tensioning) [3],[4],[5].

Обоснованием применения преднапряжения «на бетон» в зданиях общественного назначения в районах без сейсмического воздействия является получение следующих выгод при пролетах более 8 м по сравнению с классическим железобетоном:

- уменьшение высоты перекрытий;
- уменьшение количества бетона и ненапрягаемой арматуры;
- упрощение опалубочных работ за счет применения гладких безбалочных плит;
- снижение стоимости перекрытий;
- уменьшение высоты зданий;
- экономия на фасадных работах за счет уменьшения высоты зданий;
- экономия за счет снижения материалоемкости фундаментов, т.к. уменьшается собственный вес здания.

Несмотря на все вышеперечисленные достоинства, применение преднапряженных безбалочных перекрытий с натяжением «на бетон» не получает широкого распространения в районах с сейсмическими воздействиями по многим причинам.

Так, например, несмотря на то, что действующий в РФ нормативный документ СП 14.13330.2014 [6] напрямую допускает применение семипроволочных арматурных канатов в качестве напрягаемой арматуры, этот же документ ограничивает пролеты до 7,2 м для плоских безбалочных перекрытий при сейсмике до 7 баллов включительно, и до 6 м при сейсмике 8 и 9 баллов. Данное ограничение сводит на ноль все вышеприведенные эффекты от преднапряжения, поскольку при таких значениях пролетов достичь эффективности по сравнению с классическим армированием становится просто невозможным.

Логика авторов данного документа [6] вполне понятна, для восприятия горизонтальных сейсмических воздействий необходимо иметь жесткие рамы, которые не могут быть обеспечены при пролетах 9 м и толщине плоского безбалочного перекрытия 250 мм, поскольку такое перекрытие будет иметь повышенную гибкость, при этом, рекомендуется предусматривать ригели и обвязочные балки для восприятия горизонтальных сил.

Возможным решением данного вопроса может стать применение комбинированной конструктивной системы здания, состоящей из колонн и плоских безбалочных перекрытий с пролетами от 8 м и более с одной стороны, и из специально предусмотренных жестких рам (диафрагм жесткости) с другой стороны. При этом, целесообразным является размещение таких рам по фасадам здания, дабы не нарушать архитектурные достоинства плоских перекрытий в основной части здания.

На рисунке 2 показаны план и фасад возможного конструктивного решения с плоскими безбалочными перекрытиями и жесткими рамами, которые предусмотрены для восприятия горизонтальных сил.

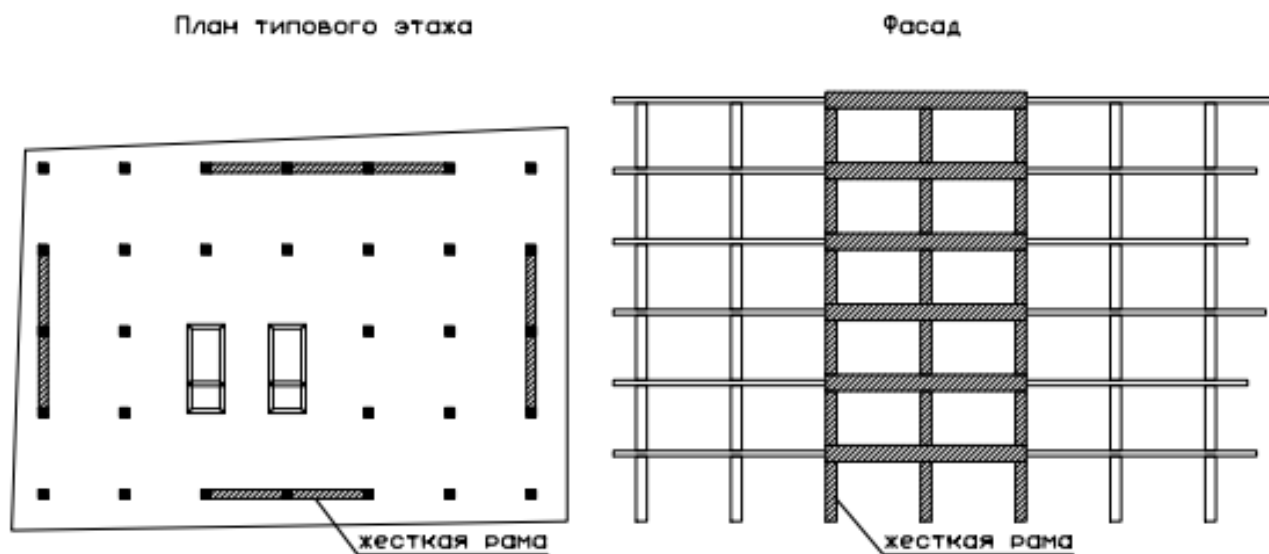
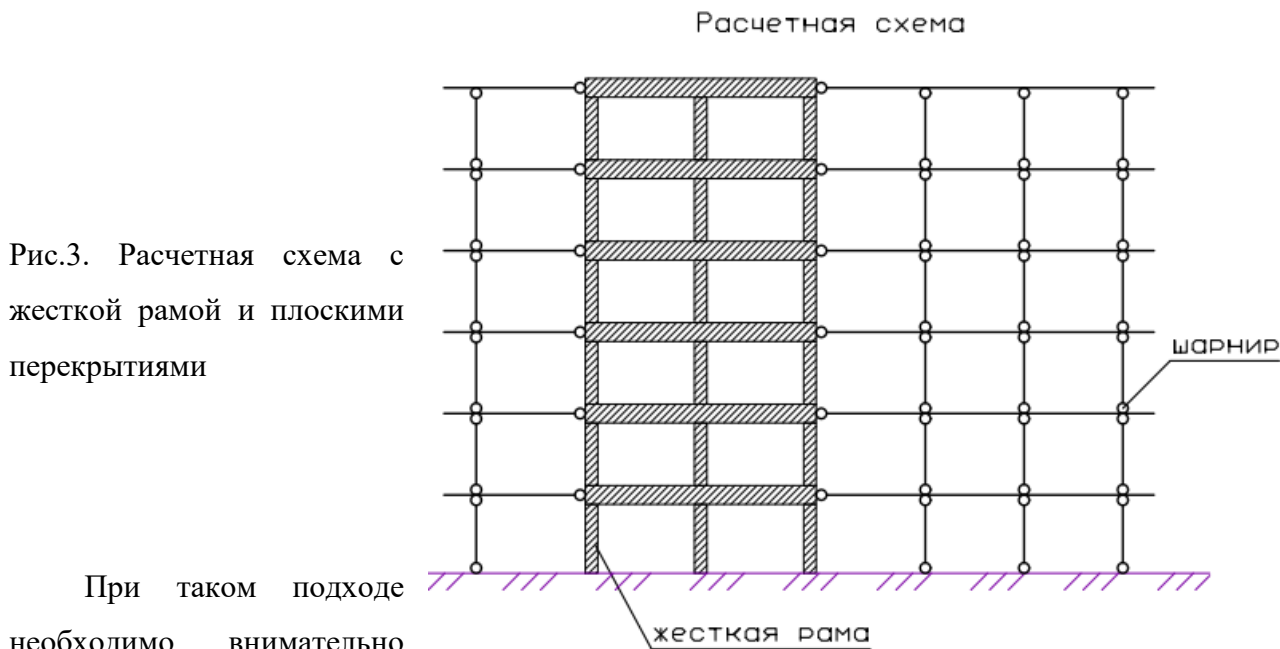


Рис.2. План и фасад здания с плоскими безбалочными перекрытиями пролетами более 8 метров и рамами жесткости (диафрагмами)

Расчетная схема на сейсмические воздействия с подобными решениями должна содержать шарнирные соединения колонн, не участвующих в рамах жесткости, со всеми конструкциями, при этом перекрытия моделируются как неразрезные балки по таким колоннам (см. Рис.3.)



относится к вопросам конструирования соединений перекрытий и колонн, не участвующих в восприятии горизонтальных усилий. Возможны различные варианты: устроить шарнир в колоннах, предусмотреть низкую изгибную жесткость армированной колонны и учесть это в расчетах, тем более, что в современных программных комплексах легко моделируются условия, отражающие фактическое армирование.

На рисунке 4 показан узел шарнирного соединения колонны и перекрытия: виден центральный стержень, выпущенный из нижележащей колонны и арматурный каркас вышележащей колонны. Арматурный каркас вышележащей колонны просто установлен на перекрытие сверху.



Рис.4. Шарнирный узел соединения колонны и перекрытия

На рисунке 5 показан фасад здания с плоскими безбалочными перекрытиями и рамой жесткости, возведенного в сейсмической зоне, при этом рамы жесткости интегрированы в оформление фасада.

В настоящее время АО «ИТП», совместно с компанией ООО «СТС», приступает к разработке типовых решений для различных конструктивных схем зданий в сейсмически активных районах с применением системы преднапряжения «на бетон».

При этом, кроме стандартно используемой системы со сцеплением с бетоном [7], планируется разработка технических решений с применением системы без сцепления с бетоном, которая предусмотрена действующими нормами [6].

Приглашаем заинтересованных сторон к диалогу для выработки конкретных предложений по изменению норм сейсмостойкого строительства [6] в контексте плоских безбалочных перекрытий с преднапряжением.



Рис.5. Фасад здания в Калифорнии (США). Жесткая рама использована как архитектурный элемент.

Выводы. Существующая нормативная база [6] по сейсмостойкому строительству не позволяет применять эффективные решения с плоскими безбалочными преднапряженными перекрытиями и тем самым способствует излишнему удорожанию строительства в сейсмически активных зонах. В тоже время, существуют простые способы обеспечить надежность и безопасность зданий с плоскими безбалочными преднапряженными перекрытиями в условиях сейсмического воздействия. Небольшие изменения в действующие нормы позволят уменьшить капитальные затраты и повысить качество жизни населения, проживающего в сейсмически опасных районах.

Литература

1. СП 63.13330.2012. Бетонные и железобетонные конструкции. Основные положения
2. СП 35.13330.2011. Мосты и трубы
3. ACI 318M-08. Building Code Requirements for Structural Concrete
4. EN 1992-1-2:2004. Eurocode 2: Design of concrete structures. Part 1-2: General rules
5. Post-Tensioning Manual, Sixth edition, Post-Tensioning Institute. 2006
6. СП 14.13330.2014. Строительство в сейсмических районах
7. СТО СТС 001-2017. Элементы системы предварительного напряжения строительных конструкций работающими со сцеплением.