

DOI: 10.38054/iaeee-807

УДК 692.522.2; 624.073.136

ПЛОСКИЕ БЕЗБАЛОЧНЫЕ ПРЕДНАПРЯЖЕННЫЕ ПЕРЕКРЫТИЯ В СЕЙСМОСТОЙКОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ОБЩЕСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

М.С. Марченко⁽¹⁾

⁽¹⁾Главный инженер проектов АО «Институт технологий преднапряжения», г. Москва, Российская Федерация, старший преподаватель Московского политехнического университета, marchenko@tension.ru

Аннотация: 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 перекрытия, сейсмостойкое строительство.

FLAT BEAMLESS POST-TENSIONED SLABS IN EARTHQUAKE RESISTANT CONSTRUCTION OF PUBLIC BUILDINGS

M.S. Marchenko⁽¹⁾

⁽¹⁾ Chief Project Engineer of the JSC "Institute of Pre-stressing Technologies", Moscow city, Russian Federation, Senior Lecturer of the Moscow Polytechnic University, marchenko@tension.ru

Abstract: The issues for the use of post-tensioned reinforced concrete with the technology of post-tensioning "on concrete" for beamless flat slabs in areas with seismic activity are considered. The advantages for buildings from the post-tensioned reinforced concrete and some structural (constructive) features of such technical solutions are given.

Key words: post-tensioned concrete, post-tensioning "on concrete", type K-7 reinforced strands, beamless flat slabs, earthquake resistant construction.

КООМДУК ИМАРАТТАРДЫН СЕЙСМОТУРУШТУУ КУРУЛУШУНДАГЫ ЖАЛПАК УСТУНСУЗ ЧЫҢАЛТЫЛГАН ЖАБУУЛАР

М.С. Марченко⁽¹⁾

⁽¹⁾ «Алдын ала чыңалтуу технологиялары институту» АК долбоорлордун башкы инженери, Москва ш., Россия Федерациясы, Москова политехникалык университетинин ага окутуучусу, marchenko@tension.ru

Аннотация: Сейсмикалык активдүү райондордо жалпак устунсуз жабуулар үчүн "бетонго" керүү технологиясы менен алдын ала чыңалтылган темирбетонду колдонуу суроолору каралган. Алдын ала чыңалтылган темирбетондон имараттардын жакиши жагы жана ушуга окшош техникалык чечимдердин кээ бир конструктивдик өзгөчөлүктөрү келтирилген.

Өзөктүү сөздөр: алдын ала чыңалтылган темирбетон, "бетонго" кердирүү, К-7 тибиндеги арматура аркандары, жалпак устунсуз сейсмотуруштуу курулуш.

ВЕСТНИК МЕЖДУНАРОДНОЙ АССОЦИАЦИИ ЭКСПЕРТОВ ПО СЕЙСМОСТОЙКОМУ СТРОИТЕЛЬСТВУ

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

ВЕСТНИК МЕЖДУНАРОДНОЙ АССОЦИАЦИИ ЭКСПЕРТОВ ПО СЕЙСМОСТОЙКОМУ СТРОИТЕЛЬСТВУ

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.

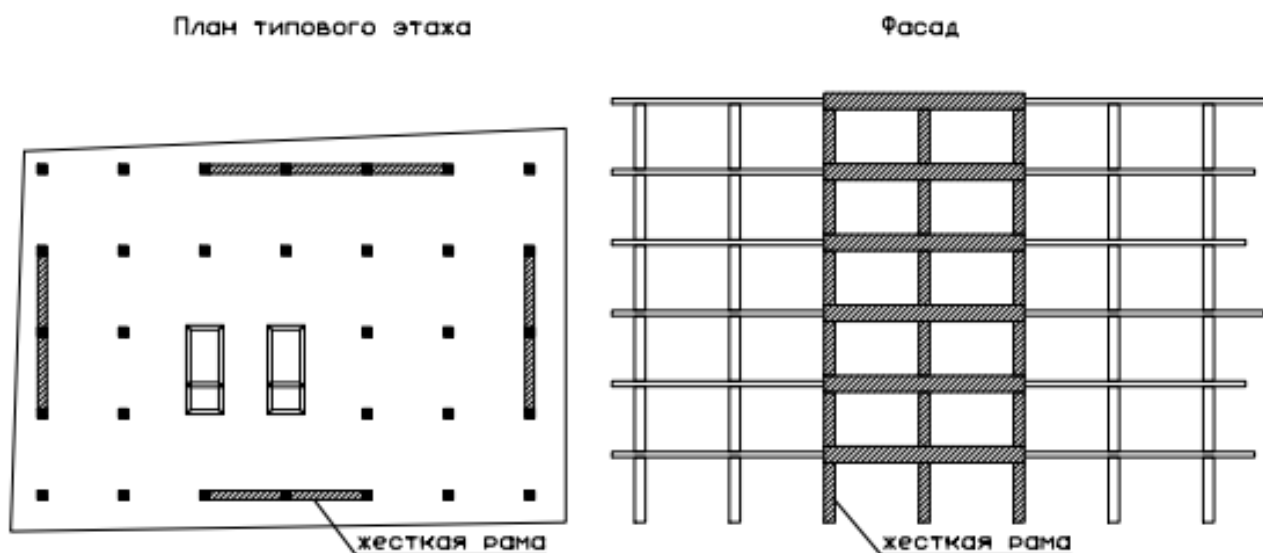


Рис.2. План и фасад здания с плоскими безбалочными перекрытиями пролетами более 8 метров и рамами жесткости (диафрагмами)

ВЕСТНИК МЕЖДУНАРОДНОЙ АССОЦИАЦИИ ЭКСПЕРТОВ ПО СЕЙСМОСТОЙКОМУ СТРОИТЕЛЬСТВУ

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.)

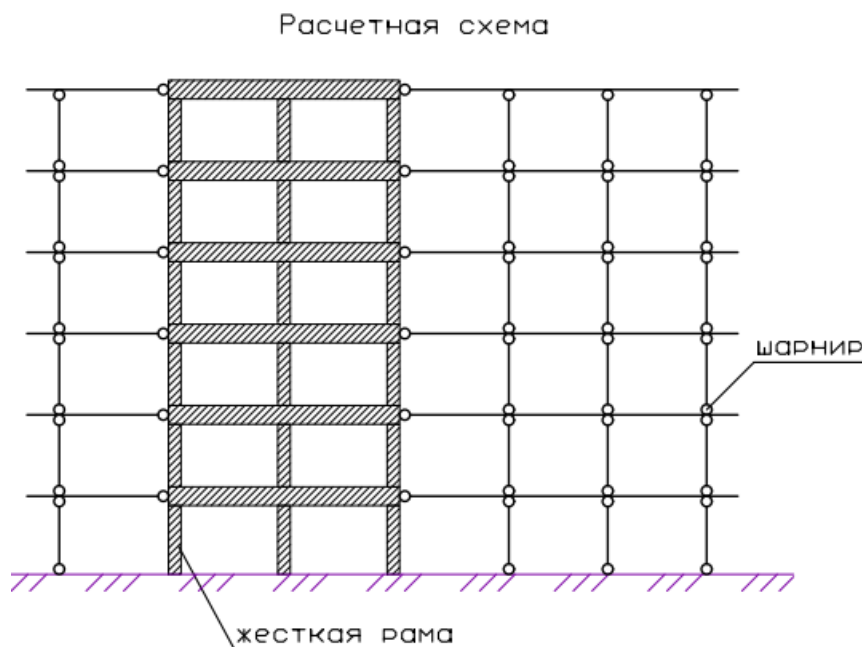


Рис.3. Расчетная схема с жесткой рамой и плоскими перекрытиями

При таком подходе необходимо внимательно относиться 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*

ВЕСТНИК МЕЖДУНАРОДНОЙ АССОЦИАЦИИ ЭКСПЕРТОВ ПО СЕЙСМОСТОЙКОМУ
СТРОИТЕЛЬСТВУ

*7.СТО СТС 001-2017. Элементы системы предварительного напряжения
строительных конструкций работающими со сцеплением.*