

Аннотация

Железобетонные конструкции - один из наиболее распространенных и эффективных методов современного строительства. Конструкция таких систем может сопровождаться трещинообразованием в результате критического напряжения плит у опорных колонн, лишаящим конструкцию необходимых эксплуатационных качеств. Несколько несчастных случаев, произошедших в последние десятилетия, привели к разработке инженерных решений, позволяющих предотвратить возможные обрушения путем повышения прочности и трещиностойкости железобетонных плит. Поперечная арматура, помещенная в плиты в критической зоне у опорных колонн, увеличивает прочность и упругость соединения. Различные системы сопротивления динамическим нагрузкам ранее разрабатывались интуитивно, опытным путем. Последние достижения в исследованиях деформирования железобетонных конструкций ведут к лучшему пониманию эффективности различных методов повышения прочности и более последовательной разработке подходов к созданию новых видов арматуры.

Один из основных параметров, определяющих эффективность конкретной арматуры, связан с ее характеристиками по анкеровке стежня и сцеплению металла с бетоном, влияющими на трещинообразование в критических зонах. Такой параметр, как правило, определяется соотношением силы воздействия и степени сдвига и существенно зависит от локального уровня напряжения и деформаций. Хотя эффективность арматуры часто проявляется в конструкциях, уже имеющих трещины во многих элементах системы, все традиционные подходы до сих пор, почти без исключения, были основаны на результатах испытаний, выполненных на образцах без трещин. Фундаментальных исследований по этой теме пока меньше, чем требуется.

Поэтому в данной работе было проведено несколько экспериментов для расширения базы имеющихся знаний о степени эффективности использования поперечной арматуры для повышения прочности конструкций. Была реализована программа испытаний (пул-аут тестов) на основе существующих методов в условиях наличия трещин, максимально приближенных по характеристикам к появляющимся в бетоне вблизи опорных колонн. Результаты выделили значительные различия между исследуемыми видами крепления, подтвердив тем самым также различные уровни трещиностойкости. В приведенном исследовании протестировано использование арматуры с различной анкеровкой для полномасштабных образцов плит с использованием расширенных методов измерения силы воздействия (внешние датчики нагрузки) и степени раскрытия трещин (датчики

полного и частичного изменения толщины). Использование инновационной арматуры позволило отследить взаимодействие и эффективность бетона и стали в случае динамических нагрузок, и получить экспериментальную базу, необходимую для проверки основных предположений теории трещиностойкости с увеличением нагрузки на балку до предельного разрушающего значения в зоне поперечной арматуры.

На основе исследования стержней с прямой анкерровкой в плоскостях, имеющих трещины, были сформулированы аналитические выводы, сопровождаемые результатами соответствующих механических испытаний, позволяющими оценить снижение эффективности различных деталей анкерровки с точки зрения прочности и жесткости. Обоснование модели произведено с помощью усовершенствованного числового метода и основных результатов тестов, доступных в литературе. Такие наработки могут быть частично использованы в рамках теории трещиностойкости, которая рассчитывает эффективность использования поперечной арматуры в повышении прочности конструкций для рассматриваемого типа разрушения на основе физической модели. Последняя, как правило, содержит ряд общих допущений – идеальные условия сцепления бетона с металлом и фиксации арматуры и упрощенная кинематика трещин, которые могут быть улучшены и уточнены на основе экспериментальных доказательств из данного исследования. Рекомендации сформулированы таким образом, чтобы учесть в представленной модели более реалистичное воздействие поперечной арматуры на бетонные конструкции при деформации, принимая во внимание снижение возможности переноса силы воздействия в связи с наличием трещин в местах критического напряжения.

Ключевые слова:

Деформация, внутреннее напряжение бетонных плит у опорных колонн, поперечная арматура, теория трещиностойкости, модель определения степени воздействия, кинематика разрушения, эффективность анкерровки стержня и сцепления металла с бетоном, пул-аут тест, треснувший бетон, эксплуатационные свойства и определение критических условий, соотношение силы воздействия и степени сдвига