

Становище

от проф. д-р инж. Тотю Бориславов Даалов ,
член на научното жури съгласно заповед №240 от 15.03.2012 г. на
Ректора на ВСУ „Любен Каравелов” ,

за дисертацията на тема „Усилване на стоманобетонни конструкции”
(Възстановяване на стоманобетонни елементи с дефекти и/или повреди в
натисковата зона. Усилване на нецентрично натиснати стоманобетонни
елементи с правоъгълно напречно сечение с фиброармирани композитни
материали) ,

представена от гл. асистент инж. Веселин Славчев Славчев за
получаване на образователна и научна степен „доктор” по научна
специалност 02.15.04 „Строителни конструкции”

Становището е изготвено съгласно Правилника за приложение на
ЗРАСРБ на ВСУ „Любен Каравелов”.

1. Общо за дисертацията

Трудът засяга важен проблем от областта на стоманобетонните
конструкции. Възстановяването и усиляването на конструктивните
елементи позволява да бъде удължен животът на сградите и съоръженията,
както и да бъде променено предназначението им. Това обяснява засиления
интерес и значителния брой изследвания, посветени на проблемите в тази
насока. Дисертацията разглежда конкретно възстановяването на
стоманобетонни елементи с дефекти или повреди в натисковата зона и
усилване на нецентрично натиснати стоманобетонни елементи с
високоякостни композитни материали . Развита е върху 159 страници с 16
таблици и 140 фигури .

Обособени ясно са три основни части: обзор на постиженията по
темата и поставяне на целите на изследването; теоретични изследвания
относно носещата способност при отслабване на натисковата зона на
сечението; провеждане на опитни изследвания и сравнение с теоретичните
постановки.

Обзорът на литературата е много обширен и аналитичен, обхващащ 172 заглавия. Обстойно са разгледани различните начини за интервенция при недостатъчна носеща способност, предизвикана от различни фактори. Значително внимание е отделено на връзката между нов и стар бетон. Фигура 1.8 систематизира начините за усилване на строителни конструкции (неточно назовани „методи“).

В следващата част е проведено теоретично изследване за влиянието върху носещата способност на дефекти или повреди в натисковата зона на напречното сечение при нецентрично натиснати елементи. Разгледани са правоъгълни сечения с отделно прилагане на постановките от два нормативни документа:

- Норми за проектиране на бетонни и стоманобетонни конструкции, 1988 г;

- Еврокод 2.

С прилагането на равновесните условия за сечението е определяно допустимото отслабване r , представляващо намаляване на височината на натисковата зона, измервано като разстояние от външния ръб към нулевата линия. Изготвена е блок схема на програмата за изчисляване на допустимото отслабване в Матлаб при използване на Еврокод 2. За конкретни параметри е направено сравнение за резултатите по НПБСК-88 и Еврокод 2.

Изследвано е напрегнатото състояние на дефектната зона при възстановяване с нов бетон. Прието е оформянето и по цилиндрична повърхнина. Много подробно е разгледано влиянието на ограничените деформации на бетона в тази зона като се има предвид прилагането на композитни високоякостни материали.

Глава III е посветена на експерименталната дейност. Изготвени са и са изследвани 12 образца, представляващи нецентрично натиснати елементи. Разпределени са в 4 серии:

- серия „0”: 3 бр. – базови образци (с ненарушена натискова зона);

- серия „А”: 3 бр. – образци с отслабване на натисковата зона по цилиндрична повърхнина с дълбочина от $r = 5\text{ cm}$ и дължина $lr = 20\text{ cm}$;

- серия „Б”: 3 бр. – образци с отслабване на натисковата зона по цилиндрична повърхнина с дълбочина от $r = 10\text{ cm}$ и дължина $lr = 20\text{ cm}$;

- серия „В”: 3 бр. – образци с отслабване на натисковата зона по цилиндрична повърхнина с дълбочина от $r = 5\text{ cm}$ и дължина $lr = 20\text{ cm}$, усилен след възстановяването на натисковата зона с кожух от композитен материал (CFRP).

Натоварването е осъществено с хидравлична система ENERPAC, съставена от ръчна хидравлична помпа, и хидравличен крик,. Налягането в системата, определящо стойността на натисковата сила, е контролирано с електронен манометър.

Съгласно с изчислението за максималните хлъзгащи напрежения, които могат да бъдат очаквани в контактната фуга между „стар” и „нов” бетон, чиито максималните стойности превишават сцеплението между двата материала, преди възстановяването на „повредената” натискова зона на елементите от серии „А”, „Б” и „В” е изпълнена връзка от епоксиден състав “Quickmast 108.

За измерването на относителните деформации в армировъчните пръти са използвани електросъпротивителни деформоприемници с база 10 *mm*.

По повърхността на бетона са използвани съединени по два електросъпротивителни деформоприемника с база 20 *mm* като общата им база на измерване става 40 *mm*. Поради сравнително малката база на измерване на електросъпротивителните деформоприемници (два пъти по-голяма от най-едрата фракция на бетона 20 *mm*), електрическите тензометри са дублирани с индуктивни с база на измерване от 200 *mm*.

Експерименталните образци са изпитани до разрушаване, като натоварването е осъществено на два етапа. При първия етап на натоварване се достига натискова сила, представляваща 60% от стойността на теоретично изчислената разрушаваща сила, след което се разтоварва на стъпки. При втория етап образецът е доведен до разрушение. При първият етап на натоварване стъпките са по 25 *kN*, а при втория етап - стъпките са по 50 *kN*, до достигане на 60% от стойността на теоретично изчислената разрушаваща сила, след това - отново по 25 *kN* до разрушение на елементите.

С помощта на програма ATENA е направен числен модел с крайни елементи на експерименталните образци, показан на фиг. III.51. Моделирано е бетонното сечение на колоната с “Macro-elements” и армировъчните пръти с “Bar reinforcement” елементи.

Направено е много прецизно сравняване на изчислените стойности на различните параметри с опитно получените стойности. При това са вземани под внимание действителните характеристики на бетона, стоманата и напречното сечение.

Има много добро съвпадение на експерименталните резултати с тези от теоретичните изчисления. Изводите потвърждават някои известни теоретични постановки, както и правилността на приетия подход за усиление на сеченията:

При кратковременно натоварване до момента на разрушение е валидна хипотезата на Бернули за равнинност на напречните сечения. Има много добро съвпадение на измерените напречни деформации в бетона и изчислените с коефициент на Поасон $\nu = 0,2$.

Усилването на възстановени колони с дефекти или повреди в натисковата зона с помощта на кожух от CFRP гарантира по-висока

носимоспособност на сеченията и сигурна работа на възстановителните състави.

Носещата способност на частично усилен колони с постоянно по дължина напрегнато състояние практически не се променя, тъй като разрушението настъпва в съседните сечения.

2. Оценка на резултатите

Общото впечатление е, че авторът е запознат много обстойно с извършените преди това изследвания по темата, която е предмет на дисертационния труд, и прилага творчески резултатите в тези изследвания като създава своя концепция. Показва ерудиция в областта на стоманобетонните конструкции. Овладал е в дълбочина теорията на стоманобетона и прилага с вещина нормативните документи НПБСК-88 и Еврокод 2. Добил е значителен опит в планирането и провеждането на опитни изследвания, които са изпълнени много стриктно съгласно набелязаната програма с подробни записи на данните на всяка стъпка. Коментарите и изводите, които са направени, са логични и коректни. Владее добре компютърните методи за изчисляване на строителни конструкции. Крайните резултати, до които стига, могат да бъдат полезни в практиката.

Посочените от автора приноси са реално постигнати и са лично негово дело. Те имат научно-приложен характер и представляват обогатяване на съществуващите познания. Към четвъртия принос може да бъде добавено и опитно потвърждаване на известни научни резултати: разпределение на напреженията в бетона в натисковата зона на сечението; хипотезата на Бернули; коефициент на Поасон; възможни максимални относителни деформации в бетона.

Като цяло трудът обогатява нашата строителна наука и представлява крачка напред в разкриването и използването на действителната работа на усилен сечения, работещи на нецентричен натиск.

По темата от дисертацията са направени 6 научни публикации.

3. Критични бележки и препоръки

3.1 Една от основните предпоставки в теоретичното изследване е, че армировката в натисковата зона на сечението не се взема под внимание. Тя е основателна и в известна степен опростява процедурата по определяне на допустимото отслабване на натисковата зона. Остава открит обаче въпросът за влиянието на натисковата армировка при малки стойности на r и големи стойности на бетонното покритие.

3.2 Приетото оформяне на повредената зона по цилиндрична повърхнина (или близка до нея, което би било постигнато) е само една от

възможностите. На практика е възможно също толкова лесно повърхнината да бъде оформена като призматична (с правоъгълно напречно сечение), което ще промени съществено характера на напреженията в контактната зона. Това може да бъде предмет на бъдещо изследване.

3.3 Индексът „b“ , приложен към относителната деформация на бетона в блок-схемите, трябва да бъде заменен с „с“, тъй като с тази буква се означават параметрите, отнасящи се до бетона съгласно Еврокод 2, а блок-схемите са предназначени за определяне на възможното отслабване по този документ.

4. Заключение

Представената дисертация разглежда значим конструктивен проблем и е една от малкото, придружени с разгърната експериментална дейност в тази област . Изследванията са извършени на високо професионално ниво, задълбочено, с разбиране на спецификата на работата на бетона и стоманата и приноса им към носещата способност на сечението. Крайните резултати са представени във вид, даващ възможност за практическото им използване.

Докторантът е придобил солидни познания в областта на строителните конструкции и умения да моделира сложни въздействия и връзки , както и да анализира и стига до точните решения . С този труд той доказва , че е изграден научен работник , който може да планира и осъществява сложни научни задачи .

Поради гореизложеното смятам , че **гл. асистент инж. Веселин Славчев Славчев** може да получи **образователна и научна степен „доктор“** по научна специалност **02.15.04 „Строителни конструкции“** .

7.05.2012 г

Съставил :
(проф. д-р инж. Т. Даалов)