

Verstärkung von Stahlbetonstützen mit Kreisquerschnitt durch Umschnürung mit CFK-Werkstoffen

Der Fakultät Bauingenieurwesen
der Technischen Universität Dresden
zur Erlangung der Würde eines
Doktor-Ingenieurs (Dr.-Ing.)
vorgelegte

DISSERTATION

von

M. Sc. Stefan Käseberg

geboren am 23. September 1982 in Elsterwerda

Gutachter:

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Manfred Curbach

Prof. Dr.-Ing. Klaus Holschemacher

Dr.-Ing. habil. Regine Ortlepp

eingereicht am: 11.04.2016

Verstärkung von Stahlbetonstützen mit Kreisquerschnitt durch Umschnürung mit CFK-Werkstoffen

Kurzfassung:

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Umschnürung von gedrunenen Stahlbetonstützen mittels Kohlefasergelegen. Die durch Epoxidharz mit dem Altbeton verbundenen Kohlefasern (CFK-Umschnürung) bewirken hierbei eine starke Behinderung der Querdehnung des Betons, wodurch dieser in einen dreidimensionalen Spannungszustand versetzt wird. Die Betondruckfestigkeit kann dadurch nachträglich deutlich gesteigert und das Verformungsverhalten positiv beeinflusst werden.

Forschungsaufgabe war es, Wissenslücken und aufgeworfene Fragen, die sich aus einer intensiven Literaturrecherche zur Thematik ergaben, zu schließen und einen eigenen Bemessungsansatz zu entwickeln.

Hierzu wurden Beton- und Stahlbetondruckglieder mit verschiedenen Abmessungen und Durchmessern sowie unterschiedlichen Längs- und Querbewehrungsgehalten hergestellt. Danach erfolgte die Umschnürung dieser Prüfkörper mit verschiedenen CFK-Materialien in variierenden Dicken und anschließende Bauteiltests in Form von weggesteuerten Druckversuchen. Neben dem Materialverhalten konnten mittels elektrischen Messsystemen, wie z. B. induktiven Wegaufnehmern sowie auf den Prüfkörpern aufgebrachten Dehnungsmessstreifen, auch die Versagenszustände zuverlässig bestimmt werden.

Die Auswertung und Interpretation der gewonnenen Daten mündete in empirischen Gleichungen zur Beschreibung der maximalen Druckfestigkeit und Dehnung von CFK-umschnürten Bauteilen aus unbewehrtem oder bewehrtem Beton.

Darüber hinaus konnten Aussagen zur tatsächlichen Bruchdehnung der eingesetzten Kohlefasern getroffen und entsprechende Abminderungsfaktoren abgeleitet werden.

Unter Berücksichtigung der Datenreihen anderer Forschergruppen wurde die eigene Datenbasis vergrößert und die gewonnenen Erkenntnisse bestätigt. Als Ergebnis steht ein empirischer Bemessungsansatz zur Verfügung, der Bemessungsgleichungen zur Querschnittstragfähigkeit und zugehörigen Dehnung von CFK-umschnürten unbewehrten und bewehrten kreisrunden Stützenquerschnitten bietet. Darüber hinaus können Spannungs-Dehnungs-Beziehungen hergeleitet werden. Durch die Entwicklung von charakteristischen Bemessungsgleichungen gelingt eine einfache Implementierung in bestehende Sicherheitskonzepte. Das entwickelte Modell oder Teile davon eignen sich zur Verwendung in den zur Entstehungszeit der Dissertation vorhandenen Bemessungsvorschriften oder können zu deren Verbesserung herangezogen werden.

Strengthening of existing circular reinforced concrete columns by CFRP confinement**Abstract:**

This thesis deals with the confinement of short reinforced concrete (RC) columns by carbon-fibre-sheets (CF sheet). In doing so, the connection of concrete surface and CF sheet is enabled by an epoxy resin (CFRP confinement). Thereby, concrete's lateral expansion is efficiently restricted in cases of imposed axial compressive deformation; therefore, the elastic CFRP resisting response generates an ever increasing lateral compressive stress state on concrete, leading to structural upgrade of the member core to provide a remarkable higher concrete strength and sufficient deformability.

Research assignment was to solve open-ended questions and knowledge gaps, which unfolded during an intense literature review, and to present an own proposal of a material model.

For this, plain and reinforced concrete columns with different geometrical shape, variable diameter, and different longitudinal and transverse reinforcement elements were produced, and were confined with different CF sheets in variable thickness. Executed deformation controlled compression tests provided investigations concerning the structural behaviour of the test specimens, and electrical measurement techniques such as LVTD and strain gauges enabled a sufficient monitoring of failure modes.

The evaluation and interpretation of the received data resulted in empirical equations to predict the ultimate strength and accompanying ultimate axial strain of CFRP confined columns with and without reinforcement.

Furthermore, the tests allowed conclusions concerning the rupture strain of the deployed CFRP confinements, and led to FRP efficiency factors, capable to predict the actual ultimate strain of the reinforcing fibres.

Further data bases, which are available in literature, confirmed the own proposals. As a result, this thesis provides an empirical material model, which deals with proper design equations to predict the load bearing capacity and the deformability of CFRP confined plain and reinforced circular concrete columns. Moreover, it is possible to generate entire stress-strain curves in axial direction. Developed characteristic equations and values allow an easy implementation in existing limit state concepts. The developed model or parts of it are sufficient to be implemented in design guidelines, or they may help to enhance them.