



Doctoral Thesis

Verbundverhalten von Litzenspanngliedern mit nachträglichem Verbund

Author(s):

Ullner, Robert

Publication Date:

2007

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-005572768> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

DISS. ETH Nr. 17424

**VERBUNDVERHALTEN VON LITZENSPANNGLIEDERN
MIT NACHTRÄGLICHEM VERBUND**

ABHANDLUNG
zur Erlangung des Titels

DOKTOR DER WISSENSCHAFTEN

der

ETH ZÜRICH

vorgelegt von

ROBERT ULLNER

Dipl.-Bauing., TU Berlin

01.02.1976

Deutsch

Angenommen auf Antrag von

PROF. DR. PETER MARTI
PROF. DR. MASOUD MOTAVALLI
DIPL.-BAUING. CHRISTOPH CZADERSKI-FORCHMANN

Kurzfassung

Der Verbund zwischen Beton und Bewehrung ermöglicht die Übertragung von Kräften in der Bewehrung auf den umgebenden Beton und hat einen wesentlichen Einfluss auf das Tragverhalten von Betonbauteilen im gerissenen Zustand. Offene Fragestellungen wie die Verwendung von Korrosionsschutzölen für den temporären Korrosionsschutz, die Beurteilung bestehender Strukturen hinsichtlich der Biege- und Schubtragfähigkeit und das Durchtrennen von Spanngliedern beim Rückbau bzw. bei der Nutzungsänderung einer Spannbetonkonstruktion erfordern einen abgesicherten Kenntnisstand zum Verbundverhalten der in der Praxis häufig verwendeten Litzenspannglieder. Eine umfassende Untersuchung zum Verbundverhalten von nachträglich vorgespannten und injizierten Betonbauteilen mit Litzenspanngliedern in Hüllrohren fehlt bisher.

Im Mittelpunkt dieser Arbeit stehen die Experimente zur Untersuchung einiger wesentlicher Einflüsse auf das Verbundverhalten, nämlich die Spanngliedgrösse, das Hüllrohrmaterial und die Hüllrohrform, die Verwendung eines Korrosionsschutzmittels für den temporären Korrosionsschutz und die Belastungsrichtung. Die Versuchsserie umfasste 11 Grossversuche an Ausziehkörpern mit grosser Einbettungslänge der Litzen.

Das neue Versuchskonzept ist zur Untersuchung des Verbundverhaltens geeignet und ermöglicht es, die Eintragungslänge des Kraftzuwachses im Spannglied in den Beton direkt zu ermitteln. Auf der Basis von Dehnungsmessungen auf der Betonoberfläche wird die Verbundschubspannungs-Schlupf-Beziehung unter Verwendung passender eindimensionaler Verbundmodelle kalibriert. Es wird ein trilineares Verbundmodell eingeführt, mit dem der Einfluss der verschiedenen Versuchsparameter verglichen werden kann. Das Verbundverhalten der Litzen und Litzenbündel ist stark von der Reibung zwischen Spannstahl und dem umgebenden Material abhängig. Die spezielle Oberflächenprofilierung der Litzen beeinflusst den Verbundmechanismus derart, dass die maximalen und mittleren Verbundschubspannungen von der Ausziehkraft abhängen.

In einem zweiten Teil der Arbeit wird das experimentell bestimmte Verbundvermögen dem rechnerisch ermittelten Verbundbedarf von vorgespannten Durchlaufträgern gegenübergestellt. Der Verbundbedarf wird anhand von Beispielen illustriert, und das Trag- und Verformungsverhalten wird mit verbundlos vorgespannten Betonbauteilen verglichen. Im Gebrauchslastbereich ist nicht mit einer Beeinflussung des Trag- und Verformungsverhaltens durch den Verbund zu rechnen. Der Einfluss einer geringeren Verbundgüte auf die Bauteilsteifigkeit kann, falls notwendig, durch ein komplett verbundloses Verhalten abgeschätzt werden.

Es wird gezeigt, dass der Verbundbedarf das Verbundvermögen unter bestimmten Bedingungen überschreiten kann (z.B. bei Verwendung von Kunststoffhüllrohren), was zu einer geringeren Traglast führen kann. Korrosionsschutzöle für den temporären Korrosionsschutz brauchen nicht vor dem Injizieren entfernt zu werden. Beruht die Verankerung von Kräften im Spannglied auf dem Verbund, ist die Verwendung von Korrosionsschutzölen hingegen nicht zulässig (z.B. Zwiebelverankerung).

Zum Schluss wird das Verbundverhalten für die rechnerische Behandlung von Verbundproblemen nachträglich mit Litzen vorgespannter Betonbauteile vereinfacht. Im Gebrauchslastbereich und für eine vereinfachte Betrachtungsweise kann eine Verbundschubspannung von 2 N/mm^2 verwendet werden. Für eine präzisere Analyse und den Nachweis des Verbundvermögens werden Verbundschubspannungen in Abhängigkeit von der Verbundbeanspruchung und dem Hüllrohrmaterial angegeben.

Abstract

Bond between concrete and reinforcement enables the transfer of forces from the reinforcement to the surrounding concrete and has a decisive influence on the response of cracked structural members. So far, there is no comprehensive investigation of the bond behavior of strand tendons in post-tensioned concrete members available. Problems related to the need for temporary corrosion protection, the strength and stiffness evaluation of existing structures and the cutting of tendons during the dismantlement of post-tensioned concrete structures have arisen and require more reliable knowledge of the bond behavior of the frequently used strand tendons.

The present work focuses on an experimental investigation of some of the most important parameters influencing, the bond behaviour, including the tendon size, the duct material and shape, the presence of a temporary corrosion inhibitor and the type of loading. 11 large-scale tests on post-tensioned concrete tension members with long embedment lengths were carried out.

The new pull-out test concept with long embedment length applied in the present experiments is suitable for investigating the bond behavior of post-tensioning tendons and permits a direct determination of the bond length. The bond behavior can be determined by measuring the concrete strains on the specimen surfaces and applying appropriate bond models. A tri-linear bond model is introduced for the comparison of the influence of different test parameters. The bond behavior of strands and strand bundles strongly depends on the friction between the steel and the surrounding materials (grout, duct and concrete). The typical strand geometry has been found to influence the bond mechanism such that the maximum and mean bond stresses depend on the pull-out force.

In the second part of the present thesis, the bond supply found in experiments is compared with the bond demand of prestressed concrete members. The bond demand can be estimated by applying standard methods of structural analysis and prestressed concrete theory. The bond demand of post-tensioned concrete members is illustrated with examples and the load-carrying behavior of the example members is compared with that of similar unbonded post-tensioned concrete members. Usually, under service loads bond conditions are unlikely to influence the load-carrying behaviour. If deemed to be necessary, a lower-bound estimate of the corresponding stiffness can be obtained by assuming a completely unbonded behavior of the post-tensioning tendons.

The bond demand can exceed the bond supply under special conditions (e.g. when using plastic ducts) and therefore the load carrying capacity can be reduced. Emulsifiable oils for temporary corrosion protection of post-tensioning steel do not need to be removed prior to grouting the tendons. However, the application of emulsifiable oils is not permissible if the anchorage of the prestressing steel depends on bond (e.g. with bonded dead end-anchorage).

In conclusion, the bond behavior is simplified for practical applications. It can be seen, that for bond related problems of strands in post-tensioned concrete a bond shear stress of 2 N/mm^2 can be applied for calculations in the serviceability limit state. For a refined analysis and the verification of a sufficient bond capacity bond laws are given that include the influence of the pull-out force and the duct material.