

ZUM TRAGVERHALTEN VON MASSIVBRÜCKEN MIT GESCHÄDIGTEN SPANNGLIEDERN

Verfasser: Dipl.-Ing. Markus Vill
Institut für Stahlbeton- und Massivbau, Technische Universität Wien
Karlsplatz 13/212, 1040 Wien, Österreich

Referent: o.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.-Ing. Johann Kollegger, M.Eng.
Institut für Tragkonstruktionen, Technische Universität Wien
Karlsplatz 13/E212, 1040 Wien, Österreich

Koreferent: Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.-Ing. Manfred Keuser
Institut für konstruktiven Ingenieurbau – Massivbau,
Universität der Bundeswehr München
85577 Neubiberg, Deutschland

KURZFASSUNG

Die Dauerhaftigkeit und der Zustand von Spannbetonbrücken mit nachträglichem Verbund, die in den Anfängen der Spannbetonbauweise errichtet wurden, kamen in letzter Zeit oftmals in Fragestellung. In diesem Zusammenhang kam es zum Abbruch und zur Erneuerung von einigen Spannbetonbrücken, da Bedenken hinsichtlich der Tragfähigkeit und der Zuverlässigkeit bestanden.

Um die Tragfähigkeit von schadhaften Spanngliedern in bestehenden Brücken besser beurteilen zu können, wurden Zugversuche an geschädigten Spanngliedern durchgeführt. Den größten Einfluss auf die Tragfähigkeit eines geschädigten Spanngliedes stellt hierbei das Verbundverhalten zwischen Spannstählen, Einpressmörtel, Hüllrohr und umgebendem Beton dar. Deshalb wurden mehrere Versuchsserien an Spanngliedern mit eingebauten Spannstahlbrüchen durchgeführt. Die verwendeten Spannstähle stammten zum Teil aus abgebrochenen Brückentragwerken und bestanden zum anderen Teil aus werksneuen Stählen. Draht- oder Litzenbrüche wurden vor Versuchsbeginn mit bestimmten Bruchabständen variiert und eingebaut. Mit den Ergebnissen der Versuche an den Spanngliedern konnte ein sehr gutes Tragverhalten der Probekörper, besonders bei gerippten vergüteten Stählen aus den 60er Jahren, festgestellt werden. Zur Ermittlung des Verbundverhaltens wurden weiterhin Pull-Out-Versuche an einzelnen Drähten und Litzen durchgeführt. In diesem Zusammenhang wurden auch der Einfluss der Einpressmörteleigenschaften und die Verwendung von ultrahochfesten Mörteln untersucht. Aufbauend auf diesen Versuchen wurde ein Rechenmodell zur Bestimmung der Tragfähigkeit von Spanngliedern mit Draht- oder Litzenbrüchen, die willkürlich über die Länge eines

Spanngliedern verteilt sind, entwickelt. Mit dem Modell ist es möglich, die Tragfähigkeiten von Spanngliedern unterschiedlicher Spannsysteme zu ermitteln, selbst wenn die einzelnen Spannstaahlbrüche beliebig über die Länge der Brücke verteilt sind. Die Tragfähigkeit eines Spanngliedes kann in Abhängigkeit eines mittleren Bruchabstandes oder der Bruchanzahl für unterschiedliche Spannsysteme errechnet werden.

Als Grundlage für die angenommenen Verbundmodelle dienten einerseits die Ergebnisse der Spanngliedversuche und andererseits Verbundspannungs-Schlupfbeziehungen aus durchgeführten Pull-Out-Versuchen. Weiterhin wurde das Tragverhalten von zwei vorgespannten Tragwerken mit willkürlichen Spannglied- und Drahtbrüchen mit Hilfe einer nichtlinearen Finite Elemente Berechnung ermittelt. Die Ergebnisse zeigten, dass Spannbetonkonstruktionen mit nachträglichem Verbund mit gebrochenen Spanngliedern oder Spannstählen in der Lage sind, einen hohen Anteil der Bruchlast einer ungeschädigten Konstruktion aufzunehmen. Festzustellen bleibt, dass vorgespannte Brücken mit nachträglichem Verbund ein sehr robustes Tragverhalten aufweisen, weil der Verbund eine entscheidene Rolle spielt.

Die Untersuchungen und Rechenmodelle liefern somit eine Grundlage zur Beurteilung von bestehenden Massivbrücken, bei denen die Wahrscheinlichkeit von Spannstaahlbrüchen hoch ist und können als Entscheidungshilfen in solchen Situationen verwendet werden.

ABSTRACT

A few years ago, several post-tensioned bridges in Austria were demolished and rebuilt because concerns regarding their durability and ultimate strength were raised. Post-tensioned bridges, built in the early days of prestressing, are often questioned as the ultimate strength of a bridge over its lifetime is not a constant but decreases with time due to different sources, mainly to degradation of the prestressing elements.

In order to assess the influence of bond action between wires, injection grout and surrounding concrete on the ultimate strength of damaged post-tensioning tendons more accurately, a series of tensile tests on tendons, which were built using post-tensioning wires and strands from demolished bridges, was carried out. Wire and strand breakages were included in the tendons in specified patterns. The results of the test series show that tendons with damaged or broken wires are able to carry a high

percentage of the ultimate load of an undamaged tendon. The measured ultimate tensile strengths of the damaged tendons were evaluated in order to come up with a realistic estimate of the tendon strength in comparable existing bridge structures, in case damage to the tendon is present. Furthermore, pull-out-tests on the same post-tensioning steels of the demolished bridges were carried out on single wires and strands, to determine the bond-slip-relationship. In these series, different grouting materials were used to get information about the influence of the strength on the bond behaviour. Additionally, high-class injection grouts with strengths of more than 100 MPa were tested. The results show that the quality of the grouting material has a strong influence on the bond behaviour.

Based on the results of the tensile tests and on the results of bond-slip-relationships of pull-out-tests carried out on single wires and strands, a calculation method was developed to determine the ultimate load of bridges with broken post-tensioning elements. The model facilitates the calculation of the load carrying capacity of prestressed structures where tendon breakages are assumed. The damages may be simulated at characteristic areas or may be randomly distributed. Finally, nonlinear finite element calculations of two post-tensioned structures show a good load bearing behaviour of bridges with damaged tendons or wires with high residual ultimate strength due to bond action.

The results of the study allow for the determination of a realistic value for the actual load carrying capacity and ultimate strength of an existing post-tensioned bridge structure. They are thus helpful for Bridge and Highway Departments to determine the capacities of damaged post-tensioning bridges in their stock.