
DIPLOMARBEIT
MASTER THESIS

**Hochfrequente Dauerschwingversuche an Aufbetonschichten für
Brückentragwerke- Analytische und Numerische Untersuchungen**

ausgeführt zum Zwecke der Erlangung des akademischen Grades eines
Diplom-Ingenieurs

eingereicht an der Technischen Universität Wien
Fakultät für Bauingenieurwesen

von
Johannes Berger
Matrikelnummer 0225343
Markt 167, 4273 Unterweißenbach

Unter der Leitung von O.Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr.-Ing. Johann Kollegger, M.Eng.
und Univ.Ass. Dipl.-Ing. Bernd Köberl

Institut für Tragkonstruktionen - Betonbau,
Technische Universität Wien
Karlsplatz 13/212, 1040 Wien, Österreich

Unterweißenbach, im Februar 2008

.....

Kurzfassung

Im Rahmen der Entwicklung einer neuen Brückensanierungsmethode durch Aufbetonschichten in Verbund mit dem Tragwerk waren, um Aussagen über den Verbund treffen zu können, Dauerschwingversuche für den Ermüdungsnachweis erforderlich. Am Institut für Tragkonstruktionen- Betonbau der TU Wien wurde eine neue Methode für Dauerschwingversuche an Spanngliedern entwickelt. Die Effizienz dieser Methode beruht auf dem geringen Zeitbedarf sowie dem geringen Energieverbrauch gegenüber den zur Zeit zur Anwendung gelangenden Methoden. Diese Methode basiert auf dem physikalischen Prinzip des Resonanzfalles eines Einmassenschwingers, und soll nun auch bei der Prüfung von Betontragwerken zur Anwendung gelangen.

Um Erfahrungswerte über Dauerschwingversuche an Brückentragwerken zu sammeln, wurden bereits getätigte Versuche an der Technischen Universität Graz und der Universität Innsbruck analysiert. Des weiteren erfolgte die Nachrechnung einer Brückensanierung mit Aufbeton.

Auf Basis der somit erlangten Erfahrungen und auf Grundlage des Ermüdungsnachweises nach EN 1992-1-1 [1], erfolgte die Auslegung der Versuchskörper. Um den Einfluss des Tragverhaltens zufolge des Feld- und Kragbereichs einer Brücke so gut wie möglich zu modellieren, wurden Versuchskörper mit Druck- (DZE) und Zugzonenergänzungen (ZZE) ausgebildet. Da die Zugzonenergänzung ohne Bewehrung in der Aufbetonschicht ausgebildet wird, ist davon auszugehen, dass es zu keiner Erhöhung des Tragwiderstandes kommt. Demzufolge können auch keine Aussagen über den Einfluss der Ermüdung zufolge von Schubspannungen in der Verbundfuge getroffen werden. Um eine hohe Effizienz zu erlangen, wurde die Prüfanlage so ausgelegt, dass sich der Resonanzfall bei einer Frequenz von über 10 Hz einstellen soll. Wie die ersten Untersuchungen ergaben, liegen große Unterschiede bei der Eigenfrequenz zwischen dem Zustand I und dem Zustand II. Der Frequenzbereich liegt zwischen 26,21 Hz im Zustand I und 13,52 Hz bei der DZE beziehungsweise 8,65 Hz bei der ZZE im Zustand II. Diese Frequenzen wurden mittels analytischer Berechnungsmethoden ermittelt. Da jedoch mit großer Wahrscheinlichkeit kein reiner Zustand II zufolge der Randbedingungen eintreten wird, wurden Berechnungen mit wirklichkeitsnahen Modellen durchgeführt. Dies ist erforderlich um Resonanzfallüberlagerungen des Prüfkörpers mit anderen Teilen der Prüfanlage zu vermeiden. Diese Berechnungen erfolgen unter der Zuhilfenahme eines Finite Elemente Programms unter Berücksich-

tigung eines nichtlinearen Werkstoffverhaltens des Betons. Aus den somit ermittelten Steifigkeiten wurde die Eigenfrequenz einerseits analytisch ermittelt, andererseits über ein 3D-Modell im Finite Elemente Programm unter Verwendung der nach EC 2 vorgegebenen Steifigkeiten.

Des weiteren wurde versucht Werte über den Vergrößerungsfaktor zu erlangen, um festzustellen ob die Leistungsfähigkeit des zur Verfügung stehenden Unwuchterregers ausreicht. Da in den Randzonen mit erhöhten Schubspannungen in der Verbundfuge zu rechnen ist, erfolgt die Auslegung der Hälfte der Versuchskörper mit Dübeln.

Abstract

For the development of a new bridge remediation method, by concrete overlay in compound with the structure, it is required to make dynamic fatigue tests for the fatigue verification, to get informations about the behaviour of the compound. At the Institute for Structural Engineering of the Vienna University of Technology, a new method for dynamic fatigue tests for tendons has been developed. The efficiency of this method is based on the minimal time requirement, and the low energy consumption compared to the currently applied methods. The new method is based on the physics principle of the resonance case, and will now be also used for reinforced concrete. To get practical values of dynamic fatigue tests of bridges, attempts which have already been performed at the Technical University of Graz and the University of Innsbruck were analysed. In addition, a bridge remediation with concrete overlay has been analysed for the fatigue verification. Based on this experience and on the basis of the fatigue verification according to EN 1992-1-1 [1], the test body has been designed.

To model the load-bearing of a bridge as well as possible, the cantilever and field area are modeled for the test body as a tension and a compression area supplement. Since the tension area supplement is without reinforcement in the concrete overlay, it is expected that there will be no increase of the load bearing capacity. Accordingly no statements about the impact of fatigue on the shear stresses in the interconnected joint can be taken. To obtain high efficiency, the test was designed that the resonance case will set at a frequency of about 10 Hz. As the first investigations revealed, in the resonance frequency there will be big differences between the state I and state II. The frequency range is between 26,21 Hz in state I and 13,52 Hz at the compression area supplement and 8,65 Hz at the tension area supplement in state II. These frequencies were determined by analytical methods. However, since in all likelihood there will be no pure state II condition, the calculations need to be done with a realistic model. This is necessary to avoid resonance case overlapping of the testing body with other parts of the testing construction. This calculations are done by using a finite element program, taking into account a nonlinear material and a concrete cracking behavior. With the stiffness which has been determined, the resonance frequency has been determined analytically and numerically by using the finite elements method in a 3D- model.

Furthermore, it was obtained to determine the magnification factor of the system, whether the capacity of the vibration simulator is sufficient. Since an increased shear stress in the composite joint in the marginal zone is expected, the half of the testing bodies will be fitted with dowels.