

BEMESSUNG VON STAHLBETONPLATTEN MIT NICHTLINEAREN FINITE-ELEMENT BERECHNUNGEN

- Verfasser: Dipl.-Ing. Rossitza Popov
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 Stahlbeton- und Massivbau, Technische Universität Wien
Karlsplatz 13/E212, 1040 Wien, Österreich
- Koreferent: Univ.-Prof. i. R. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E. h. Gerhard Mehlhorn
Fachbereich Bauingenieurwesen, Universität Kassel
Eichholzweg 7, 34132 Kassel, Deutschland

KURZFASSUNG

Im Rahmen dieser Arbeit werden Stahlbetonplatten aus dem Hochbau unter Anwendung der nichtlinearen Finite-Element Methode untersucht und bemessen. Diese Methode ermöglicht die Erfassung der nichtlinearen Stahlbetoneigenschaften im Nachrissbereich unter wirklichkeitstgetreuer Simulation der lastabhängigen Steifigkeit des Tragwerks.

Im ersten Kapitel werden die allgemeinen Grundlagen der Plattentheorie sowie die Berechnung der auftretenden Schnittgrößen in einem Plattenelement unter gleichmäßig verteilter Flächenlast behandelt. Infolge der Überlagerung von Biege- und Membranspannungszustand können die Platten eine höhere Traglast als unter reiner Biegebeanspruchung aufnehmen. Das Bemessungsmodell mit orthogonalen Bewehrungsnetzen sowie das Sandwichmodell werden in diesem Kapitel auch kurz behandelt. Hier wird das zur Idealisierung in der Finite-Element Berechnung verwendete geschichtete Schalenelement näher beschrieben.

Im Anschluss daran folgt die Beschreibung der Nachweisformate nach den neuen europäischen Normenwerken für die Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit.

Im dritten Kapitel werden zuerst die bestehenden Algorithmen zur Bemessung von Stahlbetonflächentragwerken erläutert und danach wird auf die zwei elementaren Dimensionierungskonzepte, die Schnittgrößen- und Traglastiteration, näher eingegangen. Besondere Aufmerksamkeit wurde dabei auf den nichtlinearen Algorithmus zur automatischen Traglastiteration und Erhöhung der Bewehrungsflächen gelegt, der eine Neuentwicklung auf dem Gebiet der nichtlinearen Bemessungsmöglichkeiten für Stahlbetonplatten darstellt.

Die darauffolgenden numerischen Beispiele zeigen Prinzip und Aufbau dieses Algorithmus, der auch im nichtlinearen Finite-Element Programm SEGNID implementiert wurde, bei der Bewehrungsermittlung in einer Stahlbetonplatte.

Der hier vorgestellte computergestützte Algorithmus zur Traglast- und Bewehrungsermittlung stellt eine weitere Möglichkeit zur effizienten Ausnutzung der Bewehrung in Stahlbetonplatten dar und kann sowohl für die Bemessung von neu zu errichtenden Tragwerken als auch bei der Traglastberechnung bestehender Flächentragwerke eingesetzt werden.

DESIGN OF REINFORCED CONCRETE SLABS WITH NONLINEAR FINITE-ELEMENT METHODS

ABSTRACT

In this doctoral thesis the behaviour of reinforced concrete slabs is studied and a designed procedure by the use of the nonlinear finite element method is presented. This method allows to consider the nonlinear behaviour of reinforced concrete after cracking for a realistic simulation of the structure stiffness during loading.

In the first chapter the basics of the theory of plates and the calculation of the section forces in a plate element are addressed for uniformly distributed loads. Due to interaction of bending and membrane stresses the ultimate load of slabs is higher than for pure bending only. The design of two perpendicular layers of reinforcement, as well as the sandwich model are also briefly described. Additionally the layered shell element used for the calculations is discussed in closer detail.

In the following the design rules for the ultimate limit state and the serviceability limit state used in the European design codes for concrete structures are described.

In the third chapter algorithms for the design of concrete shell structures are explained, with special emphasis on the two elementary design concepts, namely the interaction of sectional forces and the ultimate limit load iteration. The nonlinear algorithm for the automatic determination of the ultimate load and the automatic increase of the reinforcement areas represent new concepts in the field of nonlinear design for reinforced concrete slabs.

The following examples show the principle and the composition of the algorithm used for the design of the reinforcement in concrete slabs. This algorithm was implemented in the nonlinear finite element program SEGNID.

The described algorithm for the calculation of the ultimate limit state and the determination of reinforcement content is an efficient tool for high exploitation of reinforcement used in plates and may be used for the design of new structures as well as the assessment of existing structures.