

Kippstabilität von Stahlbeton- und Spannbetonträgern

Zusammenfassung

Der vorliegende Bericht behandelt die Kippstabilität von Stahlbeton- und Spannbetonträgern. Das vorgestellte Berechnungsverfahren berücksichtigt dabei sowohl den Einfluß geometrischer Nichtlinearitäten (Theorie II. Ordnung) als auch den der physikalischen Nichtlinearitäten (gerissene Betonzugzone und nichtlineares Werkstoffverhalten für Beton und für Bewehrungen, sowie belastungsabhängige Querschnittswerte und Steifigkeiten) auf das Stabilitätsverhalten.

Im Hauptteil wird ein Näherungsverfahren zur Beurteilung der Kippstabilität für den in der Praxis häufig vorkommenden Fall eines beidseitig gabelgelagerten Einfeldträgers unter Gleichstreckenlast abgeleitet. Dieses Näherungsverfahren gilt für Parallelgurt- und Satteldachträger und führt den Nachweis der Kippsicherheit über einen Nachweis des Grenzzustandes der Tragfähigkeit für zweiachsige Biegung. Die Vereinfachung basiert auf der Verwendung von sinus-, parabel- und polynomförmigen Ansätzen für die Verläufe der Steifigkeiten, Biegemomente und Verformungen, wodurch sich die Differentialgleichungen geschlossen integrieren lassen. Mit den abgeleiteten Formeln können die für den Nachweis des Grenzzustandes der Tragfähigkeit erforderlichen Biegemomente ermittelt werden. Das Verfahren wird anhand von vier Berechnungsbeispielen erläutert. Darüber hinaus wird eine weitere Möglichkeit zur einfachen Abschätzung des Kippverhaltens von Stahlbeton- und Spannbetonträgern (Kap. 7.2) angegeben. Für die Berücksichtigung des Langzeitverhaltens des Betons beim Nachweis der Kippstabilität wird eine einfache Näherungsmethode vorgeschlagen.

Im Anhang A wird ein genaueres Verfahren zur Berechnung der Kippstabilität angegeben. Die Eignung des auf den beschriebenen Grundlagen erstellten Rechenprogramms für eine Beurteilung des Kippverhaltens von Stahlbeton- und Spannbetonträgern wird anhand einer Nachrechnung von acht bekannten Kippversuchen mit praxisgerechten Trägerabmessungen bestätigt (Anhang C). Für weitere acht typische Träger werden die Berechnungsergebnisse in Form von Diagrammen und Tabellen angegeben (Anhang B). Abschließend sind die Werkstoffbeziehungen früherer DIN-Vorschriften und die Ergebnisse der damit durchgeführten Beispielberechnungen zusammengestellt (Anhang D für DIN1045-1:2008-08 und Anhang E für DIN1045:1988).

Lateral buckling of reinforced and prestressed concrete girders

Summary

The presented report deals with lateral buckling of reinforced and prestressed concrete girders. The shown calculation method considers the influence of geometric nonlinearity (2nd order theory) as well as the influence of physical nonlinearities (cracked concrete tension zone and nonlinear material behavior for concrete and reinforcements and further load-dependent cross-sectional values and stiffness) on the stability behavior.

In the main part an approximation method for the estimation of the lateral buckling stability is derived in theory for line loaded, simply supported girders with forked bearings at the ends, which are often found in practice. This approximation method is valid for parallel flanged and saddle shaped girders and replaces the lateral buckling analysis by a verification of the safety against failure under biaxial bending. The simplification is based on assuming sinusoidal, parabolic and polynomial evolution of the stiffness, the bending moment and the displacement over the beam length, which allows the exact integration of the differential equations. With the derived formulas, the required bending moments can be determined to verify the safety against failure. Four numerical examples explain the procedure. In addition another simplified method is presented, which allows an estimation of the lateral buckling of prestressed and non-prestressed concrete girders (chap.7.2). To consider the long-term behavior of concrete at buckling stability analysis a simple approximate method is proposed.

A more exact method to calculate the lateral buckling is shown in appendix A. The suitability of the developed computer program to judge the lateral buckling behavior of reinforced and prestressed concrete girders is confirmed by comparing the numerical results with the known results of eight lateral buckling tests on real sized girders (Appendix C). In addition the calculated results of eight typical girders are presented in diagrams and tables (Appendix B). Finally, the material relations of former DIN-regulations and based on these the results of the calculations of examples are summarized (Appendix D for DIN1045-1:2008-08 and Appendix E for DIN1045:1988).

Analyse de la tenue au déversement de poutres en béton armé et en béton précontraint

Résumé

Le présent travail traite de la stabilité au déversement de poutres en béton armé et en béton précontraint. La méthode de calcul proposée tient compte autant de l'influence sur la stabilité des non-linéarités géométriques (théorie du 2ème ordre) que celle des non-linéarités physiques (zones fissurées et relation contrainte-déformation du béton et armatures, ainsi que valeurs variant en fonction des charges comme géométrie de la section et rigidité).

Dans la partie principale du rapport, on met en place une méthode approchée permettant d'évaluer la stabilité au déversement d'une poutre sur deux appuis soumise à un chargement réparti et uniforme, cas que l'on rencontre souvent en pratique. Cette méthode approchée est valable pour des poutres en profile T ou I à semelles parallèles ou inclinées et remplace l'analyse au déversement latéral par une vérification de l'état limite ultime en cas de flexion biaxiale. La simplification est basée sur l'hypothèse d'une évolution sinusoïdale, parabolique et polynomiale des rigidités, du moment fléchissant et du déplacement le long de la poutre, ce qui permet une intégration exacte des équations différentielles. A l'aide des formules obtenues, on calcule les moments fléchissant pour vérifier le critère de rupture. La méthode est illustrée sur quatre exemples. En outre, une méthode simplifiée est présentée qui permet d'obtenir une estimation du déversement des poutres en béton armé et précontraint (chap. 7.2). De plus, une méthode d'approximation simple est proposée afin de prendre en compte la tenue à long terme du béton au déversement.

L'annexe A contient une méthode plus précise pour calculer la tenue au déversement d'une poutre. En comparant les résultats connus de huit tests de déversement latéral sur de poutres de dimensions réelles avec les résultats numériques du programme informatique basé sur les méthodes précédentes, la capacité de décrire le comportement au déversement des poutres en béton armé et précontraint a été confirmée (annexe C). Les résultats obtenus pour huit autres poutres-type sont présentés sous forme de diagrammes et tableaux en annexe B. En conclusion les données issues de précédents règlements DIN sont mises ensembles avec les résultats des exemples de calculs effectués (annexe D pour DIN1045-1:2008-08 et annexe E pour DIN1045:1988).