

Rissbildung in ebenen Stahlbetonbauteilen mit schiefwinkliger Bewehrung

Cracking in Plane Concrete Members with Skew Reinforcement

Empelmann, Martin; Krakowski, Waldemar

Abstract

In many reinforced concrete members like panels or slabs the applied tension forces are not acting in the direction of the sited reinforcement, but in a certain skew angle to it. In case of cracking the crack direction will not be perpendicular to the reinforcement direction. Based on a comprehensive study and analysis of experimental test results the basic influencing parameters have been examined and a new calculation approach for the crack width control for plane concrete elements has been developed.

1 Einführung

In vielen Bauteilen des Hoch- und Ingenieurbaus treten Zugspannungen auf, die schiefwinklig zum eingebauten Bewehrungsnetz wirken (BILD 1). Im Fall der Rissbildung kreuzen dann die Risslinien die Bewehrungsstäbe nicht rechtwinklig, so dass diese nicht ihre optimale mechanische Wirkung entwickeln können. Daher sind im Hinblick auf die Sicherstellung der Gebrauchs- und Tragfähigkeit genauere Betrachtungen erforderlich.



BILD 1 Schalentragwerk des Rolex Learning Center

Neben den bekannten Parametern, wie z. B. der Verbundsteifigkeit, der Verbundfestigkeit, der Oberflächenbeschaffenheit der Bewehrung, dem Bewehrungsgrad und den verwendeten Stabdurchmessern, hängt das Rissverhalten schiefwinklig bewehrter Bauteile vor allem vom Winkel der Bewehrung in Bezug auf die Riss- und Hauptzugrichtung ab (BILD 2). Effekte wie Rissverzahnung,

Dübelwirkung und die konstruktive Ausbildung der Bewehrungsnetze haben weitere Einflüsse. Die genannten Parameter stehen darüber hinaus in komplexer Wechselwirkung.

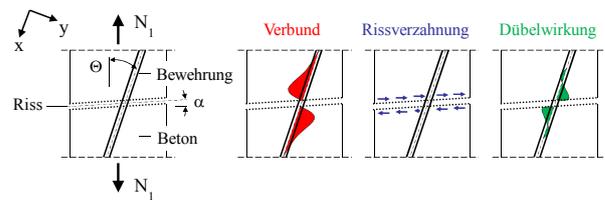


BILD 2: Wesentliche Einflussparameter auf Rissbreiten und Stahlspannungen bei schiefwinkliger Bewehrung

2 Versuche

Am Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz (iBMB), Fachgebiet Massivbau, der TU Braunschweig wurden Scheibenversuche mit den Abmessungen von 70 x 70 cm zur Ermittlung der Stahlspannungen im Rissquerschnitt bei schiefwinkliger Bewehrung durchgeführt (BILD 3).



BILD 3 DMS-Applikation und Prüfung Kleinversuch

Bei diesen Versuchen wurden die Durchmesser der Stäbe, der Bewehrungsgehalt und die Schiefwinkligkeit variiert. Anhand der Ergebnisse konnten sowohl ein rechnerischer Ansatz für die Bestimmung von Stahlspannungen als auch ein numerisches Modell erfolgreich verifiziert werden.

Für die Prüfung von Versuchskörpern unter zweiachsender Zugbeanspruchung wurde ein neuer Versuchsaufbau mit dem Ziel entwickelt, das Rissbreitenmodell aus /2/ an den Ergebnissen zu überprüfen. Bei den Prüfkörpern handelte es sich um Scheiben mit Abmessungen von 1,5 m x 1,5 m (BILD 4). Mit dem gewählten Versuchsaufbau war eine zwängungsfreie Beanspruchung in zwei voneinander unabhängigen Richtungen möglich.

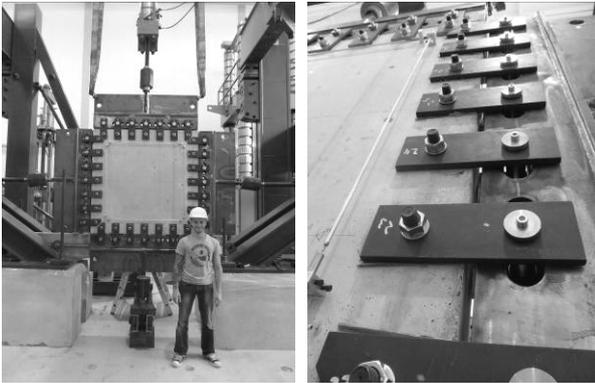


BILD 4 Aufbau Großversuch

3 Numerische Untersuchungen

Ziel der numerischen Untersuchungen war es, über die durchgeführten Versuche hinaus Parameter zu quantifizieren, die einen Einfluss auf das Rissverhalten bei zweiachsender Zugbeanspruchung und schiefwinkliger Bewehrung haben. Hierzu wurde ein FE-Modell mit diskreter Modellierung der Bewehrung, des Betons und des Verbundes erstellt (BILD 5). Die Risse wurden ebenfalls diskret vorgegeben und die Rissabstände aus den Versuchen abgeleitet.

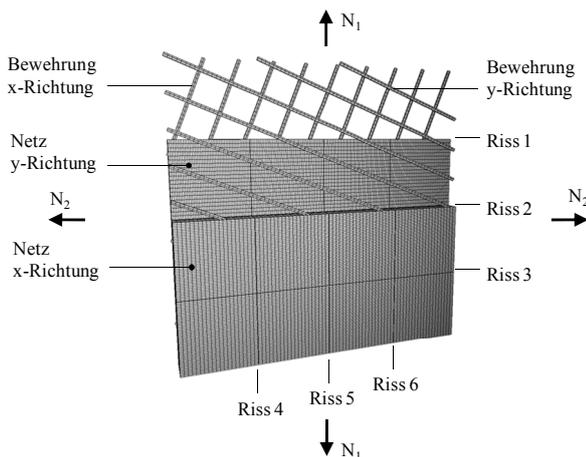


BILD 5 Aufbau FE-Modell

Mittels einer Layertechnik /1/ gelang es, die Rechenzeit erheblich zu reduzieren und für bestimmte Schiefwinklichkeiten Berechnungen erst zu ermöglichen.

Mit dem FE-Modell konnten die durchgeführten Versuche mit ein- und zweiachsender Zugbeanspruchung nachgerechnet und im Rahmen der anschließenden Parameterstudie die Einflussgrößen quantifiziert werden /3/.

4 Rissbreitenmodell

Das Rissbreitenmodell aus /2/ ergibt für einaxiale und zweiachsende Beanspruchungen eine gute Übereinstimmung mit Versuchswerten. Dies gelang sowohl für die Rissabstände als auch für die Rissbreiten, da das Rissbreitenmodell die wesentlichen Parameter ausreichend genau erfasst. In BILD 6 sind Versuchsergebnisse von einaxial zugbeanspruchten Scheiben den Berechnungen mit dem eigenen Ansatz und dem Ansatz nach Clark gegenübergestellt /1/.

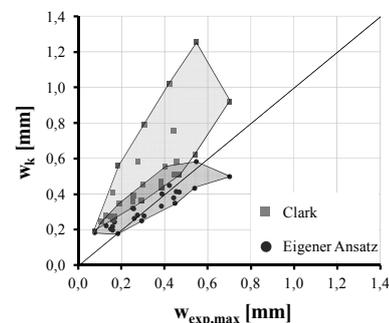


BILD 6 Nachrechnung von Versuchen unter einaxialer Zugbeanspruchung /1/, /2/

5 Danksagung

Die Untersuchungen wurden mit finanzieller Unterstützung der DFG (EM-203/3-1) und des DIBt (ZP 7.292) durchgeführt, wofür an dieser Stelle gedankt sei.

6 Literatur

- /1/ Krakowski W.: Rissverhalten schiefwinklig bewehrter Stahlbetonbauteile: Doktorandensymposium DAfStb Kaiserlautern 2010, S. 275–287.
- /2/ Empelmann, M.; Krakowski, W.; Henke, V.: Begrenzung der Rissbreiten bei schiefwinkliger Bewehrung. Schlussbericht: Fraunhofer IRB (T 3237), 2010.
- /3/ Empelmann, M.; Krakowski W.: Crack width control of construction elements with skew reinforcement. fib Symposium Prague 2011, Vol. 1 (LE).