

Zusammenfassung

Flachförmige Stahlbetonbauteile, wie Platten und Schalen, sind in der Bautechnik weit verbreitete Konstruktionselemente, die typischerweise ohne Schubbewehrung gebaut werden. Diese Lösung ermöglicht eine schnelle und wirtschaftliche Konstruktion, aber das Fehlen der Schubbewehrung kann zu einer potenziellen Lokalisierung von Spannungen innerhalb eines kritischen Schubrisses und schliesslich zum einem Schubversagen des Bauteils bei Lasten unter die Biegetragfähigkeit führen. Bei redundanten Systemen fokussierte vorwiegend die Forschung im Bereich der Schubversagensmechanik auf die Festigkeit des Bauteils. In vielen Fällen wurde die Entwicklung von Scherverformungen aufgrund von schrägen Rissen sowie die Umverteilung von internen Kräften, die für die Analyse der Reaktion von redundanten Bauteilen entscheidend sind, vernachlässigt. Dies folgt zu einem grossen Teil von einem Mangel an konsistenten experimentellen Beobachtungen des Dehnungsfeldes von Stahlbetonbauteilen. Die vorliegende Arbeit befasst sich mit der Analyse der Mechanik des Schubversagens in Stahlbetonplatten. Als neuer Stand der Technik, sie umfasst theoretische Arbeiten zur Erklärung der beobachteten Reaktionen und eine Serie von experimentellen Versuchen, die mit innovativen Messtechniken durchgeführt wurden. Die Versuche untersuchten das Verhalten auf Zug, auf Schub in ein- und zweiachsigen Platten sowie auf Durchstanzen. Für die Instrumentierung wurden neben klassischen Messgeräten auch faseroptische Messungen und digitale Bildkorrelation intensiv eingesetzt.

In der Arbeit werden zunächst die Grundlagen der Interaktion zwischen Bewehrung und Beton aufgearbeitet. Eine Serie von Verbundversuchen zeigt die im Bereich der Rippen auftretenden Spannungskonzentrationen und deren komplexe Kraftübertragung im umgebenden Beton. Darüber hinaus zeigen Versuche an schubversagenden Trägern eine komplexe Interaktion zwischen Verbundspannungen und Knicken der Bewehrung infolge der Dübelwirkung. Solche Phänomene werden normalerweise bei der Betonbemessung aufgrund der duktilen Natur der Bewehrung vernachlässigt, können aber für Ermüdung und negative Zugversteifungseffekte relevant sein. Eine wichtige Erkenntnis ist gewonnen mit dem Verständnis des Schubverhaltens aufgrund der Verformungen von Betonbauteilen. Basierend auf einer Serie von Versuchsergebnissen wird eine vollständige Beschreibung des Verformungsfeldes (einschliesslich Scherdehnungen) vorgestellt. Auf dieser Grundlage wird ein rationales Modell vorgeschlagen, das mit dem mechanischen Modell der Kritischen Riss Theorie übereinstimmt. Es ermöglicht eine genaue Beschreibung der Antwort und auch die Beschreibung ihrer Verteilung über die Dicke.

Basierend auf den bisherigen Erkenntnissen wird ein allgemeiner Rahmen für die Modellierung von Stahlbetonplatten vorgestellt, der insbesondere Umverteilungen von Schnittgrössen während der Ausbreitung des Schubrisses umfasst. Dieser Ansatz wurde in einem speziellen Versuchsprogramm an breiten Platten verwendet, um auf wissenschaftliche Weise den Einfluss der Breite eines Bauteils auf die Schubfestigkeit zu analysieren.

Das Programm umfasste eine grosse Anzahl von detaillierten Messungen, die es ermöglichten, die Rissausbreitung und die Umverteilung der inneren Kräfte zu erfassen. Es wurden klare Schlussfolgerungen und Antworten erhalten, die den Einfluss der Form der Bruchfläche und ihrer Ausbreitung

auf die Bruchlast zeigen.

Die Forschung endet mit einer abschliessenden Untersuchung der Dübelwirkung der Druckbewehrung in Platten, die im Durchstanzen versagen. Basierend auf einem umfangreichen Versuchsprogramm wird ein analytischer Ansatz entwickelt, um diesen Beitrag abzuschätzen. Dieser Ansatz wurde im Rahmen der Kritischen Riss Theorie formuliert und in einer konsistenten und effizienten Weise für Bemessungszwecke eingesetzt.

Schlüsselwörter: Stahlbetonplatten, Schubfestigkeit, Scherverformungen, Risskinematik, Schubumverteilung, Dübelwirkung, Kritischen Riss Theorie, digitale Bildkorrelation , faseroptische Messungen.