

Zusammenfassung

Seit den ersten Anwendungen von Stahlbeton im Ingenieurbau, ist das Verhalten von einachsig gelagerten Platten umfassend untersucht worden. Theoretische und experimentelle Forschungsarbeiten gestatteten mehrere die Last abtragende Schubübertragungsmechanismen zu identifizieren. Nichtsdestoweniger gibt es heutzutage in der wissenschaftlichen Gemeinschaft noch immer keine generelle Übereinstimmung, was die Mechanismen von Schubversagen, die die Schubfestigkeit bestimmenden Parameter und die dominierenden Schubtransfermechanismen angeht. Daher wurden in den letzten Jahrzehnten verschiedene auf unterschiedlichsten Annahmen basierende mechanische Modelle und mehrere mit verfügbaren Testergebnissen kalibrierte empirische Formulierungen vorgeschlagen. Darüber hinaus stammen jene Versuchsergebnisse üblicherweise von Tests an einfach gelagerten Balken mit Punktlasten, während bei einachsigen Platten in der Praxis (Fundamente, Stützmauern, Ausbauplatten im Tunnelbau, Silos) die Randbedingungen typischerweise andere sind.

Diese Arbeit hat sich deshalb zum Ziel gesetzt, neue Versuchsdaten von Balken unter verschiedenen Belastungen und Randbedingungen zur Verfügung zu stellen, um das Verständnis der Schubversagensmechanismen zu erhöhen und ein neues mechanisches Modell basierend auf den neuen Testergebnissen zu entwickeln.

Im ersten Teil werden die Ergebnisse von 25 Versuchen an 20 Balken ohne Schubbewehrung, die verschiedenen Lasten (Punktlasten und Gleichlasten) und Randbedingungen (einfach gelagerte Balken, Kragarme und Durchlaufträger) ausgesetzt wurden, vorgestellt. Verfeinerte Messmethoden erlaubten das detaillierte Verfolgen der Rissentwicklung bis zum Versagen. Die Ergebnisse zeigen, dass die Lage, die Neigung und die Kinematik des kritischen Schubrisses eine wichtige Rolle in der Schubfestigkeit spielen. Des Weiteren wurden, basierend auf den experimentellen Messungen und unter Anwendung geeigneter mechanische Modelle, für jeden Schubübertragungs-Mechanismus der Anteil der jeweiligen potentiellen Mechanismen (Neigung der Druckzone und Bogenwirkung, verbleibende Zugfestigkeit von Beton, Dübelwirkung, Verzahnung der Aggregate) abgeschätzt. Die Berechnungen zeigen, dass die zur Schubkapazität beitragenden Mechanismen für schlanke Bauteile die Neigung der Druckzone, die verbleibende Betonzugfestigkeit, die Dübelwirkung und die Aggregatverzahnung sind, wobei letztere dominiert. Für gedrungene Bauteile oder Bauteile in denen der kritische Schubriss sich unter der theoretischen Druckstrebe entwickelt, wird, im Gegensatz dazu, die Bogenwirkung maßgebend.

Im zweiten Teil dieser Arbeit, wird ein mechanisches Modell, das mit den Annahmen der Theorie des kritischen Schubrisses übereinstimmt, präsentiert. Die durch den kritischen Schubriss, mit Hilfe der verschiedenen Übertragungsmechanismen, weitergeleitete Schubkraft, wird durch die Integration von einfachen konstitutiven Gesetzen ermittelt und ein Versagenskriterium durch die Aufsummierung der unterschiedlichen Anteile gewonnen. Die Schub- und Verformungskapazität sowie die Lage des kritischen Schubrisses können daher durch Überschneidung des Versagenskriteriums mit der Last-Verformungsbeziehung bestimmt werden. Es wird gezeigt, dass die durch Integration der Spannungen auf der Rissoberfläche berechneten Versagenskriterien, durch Potenzfunktionen angenähert werden können. Die Kombination der Potenzfunktions-Versagenskriterien mit der Last-Verformungsbeziehung erlaubt die Herleitung einer geschlossenen Gleichung, die zu mit dem mechanischen Modell beinahe identischen Ergebnissen führt. Diese Gleichung kann direkt für die Bemessung von neuen sowie der Beurteilung der Tragfähigkeit von existierenden Strukturen herangezogen werden. Das mechanische Modell und die geschlossene Gleichung können auf Bauteile unter verschiedensten Lasten und Randbedingungen angewandt werden. Die Genauigkeit der beiden Ansätze wurde gegen eine große Versuchsdatenbasis geprüft und es zeigt sich eine gute Übereinstimmung mit den Testergebnissen.

Schlüsselworte: Stahlbetonbauteile, Schubfestigkeit, Versuchsreihe, Digitale Bildkorrelation, Schubübertragungsmechanismen, mechanisches Modell, Theorie des kritischen Schubrisses, Bemessungsgleichungen