

Zusammenfassung

Die Verwendung von Flachdecken aus Stahlbeton für Gebäude und Parkgaragen ist weitverbreitet. Die Bemessung von Flachdecken wird durch die Durchbiegung im Gebrauchszustand und durch das Durchstanzen im Bruchzustand bestimmt. Falls keine Durchstanzbewehrung vorhanden ist, verhält sich die Flachdecke vergleichsweise spröde. Folglich sind die Durchbiegungen klein und da eventuelle Risse auf der Plattenoberseite üblicherweise nicht sichtbar sind, kann ein Bruch ohne vorhergehende Warnzeichen entstehen.

Während den letzten Jahrzehnten kamen verschiedene Einstürze infolge Durchstanzen von Stützen vor. Dies endete meistens mit grossen Sach- aber auch Personenschaden. Diese Unglücke enthüllten einige Unzulänglichkeiten der aktuellen Normen und die Notwendigkeit die Regelungen bezüglich Durchstanzen zu überarbeiten. Die Untersuchung dieser Unglücke zeigte, dass der Fehler bei einem lokalen Durchstanzversagens anfing und sich danach auf die ganze Tragstruktur ausbreitete und zu einem progressiven Kollaps führte. Der Begriff progressiver Kollaps bezeichnet die Ausbreitung eines lokalen Versagens, beispielsweise durch den Verlust einer oder mehrerer Tragstrukturen, bis zum teilweisen oder ganzen Versagens des Bauwerkes. Da ein lokales Durchstanzversagen ein progressiver Kollaps auslösen kann, hilft die Untersuchung vom post-kritischen Verhalten von Flachdecken für neue konstruktive Vorgaben zur Vermeidung eines progressiven Kollapses.

Bislang wurde das post-kritische Verhalten von Flachdecken nicht gründlich erforscht. Deshalb wurde für die Dissertation eine umfangreiche experimentelle Untersuchung durchgeführt. Es wurde das post-kritische Verhalten von 24 Platten mit unterschiedlicher Bewehrungsanordnung untersucht. Dabei wurde der Einfluss der Biegebewehrung, der unteren Bewehrungslage, von aufgebogenen Stäben, der Stahlqualität und der Verankerung auf das post-kritische Verhalten von Stützen-Plattenverbindung untersucht. Durch das Verhalten und die Robustheit von den verschiedenen Versuchskörpern konnte das physikalische Verhalten des massgebenden Mechanismus nachvollzogen werden.

Testresultate zeigten, dass die obere Biegebewehrung nur geringen Einfluss auf die post-kritische Festigkeit hat. Dies lässt sich durch die geringe Betonüberdeckung erklären, welche abplatzt und die Bewehrung unwirksam werden lässt. Allerdings wurde beobachtet, dass die untere Bewehrung über der Stütze das post-kritische Verhalten bezüglich Festigkeit und Duktilität erheblich verbessert. Die untere Bewehrung verhält sich wie eine Zugmembrane und hält den beschädigten Teil der Platte. Folglich ist die Verwendung von einer gut verankerten unteren Bewehrung eine Möglichkeit die Robustheit zu erhöhen.

Um das post-kritische Verhalten von Stützen-Plattenverbindungen ohne Schubbewehrung zu berechnen, wurde ein mechanisches Modell entwickelt. Dieses Modell berechnet die Membrankräfte der oberen Biegebewehrung und die Dübelwirkung der unteren Bewehrung. Das Berechnungsmodell berücksichtigt verschiedene Versagensarten, wie Bruch der Bewehrung und die Zerstörung des Betons oberhalb der unteren Bewehrung. Die fortschreitende Zerstörung innerhalb und ausserhalb des Durchstanzkegels wird mittels des Ausziehverhaltens der im Beton liegenden Bewehrung berücksichtigt.

Des Weiteren wurde eine Parameterstudie durchgeführt, um den Einfluss und die Wichtigkeit verschiedener Parametern zu bestimmen. Es wird gezeigt, dass der post-kritische Durchstanzwiderstand nicht nur eine Funktion der Querschnittsfläche und Fließgrenze der unteren Bewehrung, wie es in den Bestimmungen und Normen geregelt ist, sondern auch eine Funktion des Durchmessers der Bewehrungsstäbe, die statische Höhe, die Duktilität und der Stahlqualität. Anhand dieser Erkenntnisse konnte ein Vorschlag für eine Formel für die Abschätzung des post-kritische Durchstanzwiderstandes entwickelt werden.

Stichwörter:

Flachdecken, Platten-Stützenverbindung, progressive Kollaps, Durchstanzen, post-kritisches Verhalten, Dübelwirkung, Biegebewehrung, Durchstanzkegel, Robustheit, Duktilität, Abplatzen