

Experimentelle Untersuchungen zur Steigerung der Grenztragfähigkeit teilflächenbelasteter Betonbauteile

Experimental Investigation Concerning the Increase of the Load Bearing Capacity of Partially Loaded Concrete Structures

Empelmann, Martin; Wichers Marco

Abstract

Concentrated loadings acting on concrete building components can be found in different fields of application. Investigations have shown that the load bearing capacity of such structural concrete elements depend on several parameters. In adequate reinforced structural elements the load bearing capacity is limited due to the concrete strength underneath the load transmission area. In an experimental series different possibilities to increase the load bearing capacity by using innovative construction methods were investigated.

1 Einführung

Die Grenztragfähigkeit teilflächenbelasteter Körper mittleren Bewehrungsgrads ist durch die Bildung eines Bruchkeils (ebener Fall) bzw. einer Bruchpyramide (räumlicher Fall) unterhalb der Lastfläche bestimmt. Beim ebenen Fall der Teilflächenbelastung kann es zudem zu Betonabplatzungen am Körperperrand in Dickenrichtung kommen, noch bevor der Bruchkeil vollständig ausgebildet ist.

Zur Steigerung der Grenztragfähigkeit teilflächenbelasteter Körper ist daher anzustreben, die Bildung des Bruchkeils bzw. der Bruchpyramide zu verhindern oder zumindest bis zum Erreichen eines höheren Beanspruchungsniveaus zu verzögern und Betonabplatzungen im Bereich der Bauteilränder möglichst zu vermeiden. Neben der Nutzung konventioneller Bewehrungen (siehe /1/) eignen sich hierzu vor allem innovative konstruktive Maßnahmen wie

- Einsatz eines höherwertigen Betons im gesamten Bauteil bzw. lediglich im Krafteinleitungsbereich
- Verwendung von Faserbetonen
- Vorspannen des teilflächenbelasteten Bauteils
- Verlagerung der Krafteinleitung ins Körperinnere
- Nutzung lokaler Umschnürungsbewehrungen im Bereich der Lasteinleitung

2 Überblick über die Versuche

Im Rahmen der Untersuchungen zur Steigerung der Grenztragfähigkeit teilflächenbelasteter Bauteile wurden am Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz (iBMB), Fachgebiet Massivbau, der TU Braunschweig Versuche an sechs Probekörpern aus normalfestem Beton durchgeführt.

Die Querschnittsabmessungen der prismatischen Probekörper betragen $b/d/h = 30/30/60$ cm. Die zentrisch angeordnete Lastfläche wurde so ausgelegt, dass die Lastkonzentration $A_{c1}/A_{c0} = 4$ betrug (Bild 1).

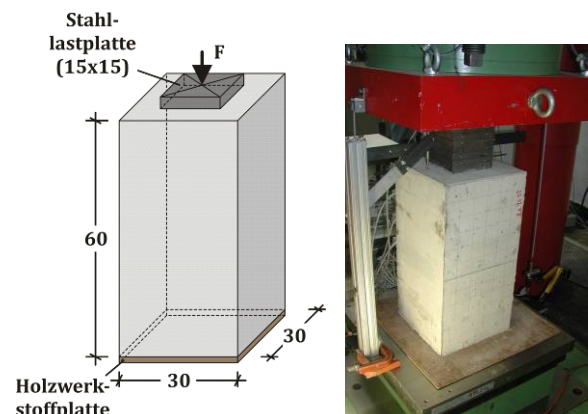


BILD 1 Probekörper und Versuchsaufbau

3 Ausbildung der Probekörper

Zur Herstellung der Probekörper kamen ein normalfester Beton der Druckfestigkeitsklasse C30/37 sowie Betonstahlbewehrungen aus BSt 500 S (B) zur Anwendung. Als Referenz wurde der Probekörper P1 unbewehrt ausgeführt. Bei den bewehrten Probekörper P2 bis P6 wurde eine einheitliche Spaltzugbewehrung aus je vier geschlossenen Bügeln $\varnothing 12$ genutzt, die entsprechend den Empfehlung des Heftes 240 des Deutschen Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb) im Krafteinleitungsbereich verteilt wurden. Zusätzlich zur konventionellen Spaltzugbewehrung enthielten die Probekörper P3 bis P6 innovative Einbauteile, die zur Steigerung der Grenztragfähigkeit beitragen sollten.

In den Probekörpern P3 und P4 kamen Einbauteile aus hochfestem Beton zum Einsatz. Das Einbauteil des Probekörpers P3 wies eine pyramidenartige, gestufte Form auf. Im Probekörper P4 wurde ein plattenförmiges Einbauteil an der belasteten Oberfläche integriert. Die Einbauteile sollten im Bereich der Lasteinleitung mittels ihrer höheren Druckfestigkeit die Bildung der Bruchpyramide verzögern und so eine Steigerung der Grenztragfähigkeit ermöglichen.

Im Probekörper P5 wurden zusätzlich zur konventionellen Spaltzugbewehrung handelsübliche Kopfbolzendübel stehend unterhalb der Lastplatte angeordnet. Mit dieser Ausbildung war geplant, Kräfte aus der hochbelasteten Zone unterhalb der Lasteinleitung in tiefer liegende Bereiche zu verlagern. Infolge der Beanspruchungsverlagerung aus der unmittelbaren Lasteinleitungszone sollte insgesamt eine erhöhte Druckkraft ertragen werden können.

Im Probekörper P6 sollte eine optimierte lokale Umschnürung des Lasteinleitungsbereichs durch eine wendelartige Bewehrung erreicht werden. Die zusätzlich zur konventionellen Bewehrung vorgesehene Wendel $\varnothing 6$ mit dem Biegerollendurchmesser $D = 24$ cm und der Höhe von 4 cm wurde unmittelbar unterhalb der Oberfläche im Bereich der Betondeckung eingebaut und umschrieb die Lastplatte. Mit dieser Anordnung sollte erreicht werden, dass die auftretenden Querdehnungen des Betons im Lasteinleitungsbereich wirksam behindert werden und so hohe Umschnürungsspannungen wecken. Bild 2 zeigt die Probekörperausbildungen in der Übersicht.

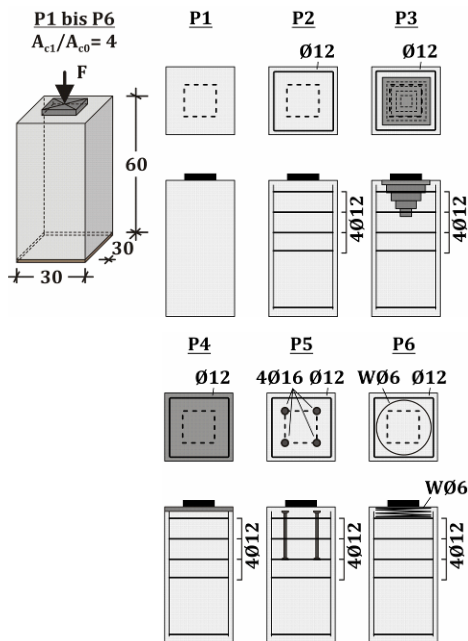


BILD 2 Ausbildung der Probekörper

4 Versuchsergebnisse

In Bild 3 sind die gemessenen Kraft-Weg-Beziehungen der Prismen dargestellt. Das unbewehrte Prisma P1 versagte schlagartig durch Rissbildung und einhergehender Zerstörung des Körpers. Die bewehrten Probekörper zeigten untereinander bis zu einem Lastniveau von ca. 1.400 kN ein vergleichbares Tragverhalten mit keiner bzw. nur sehr geringer Rissbildung. Bei weiterer Wegaufbringung war ein Steifigkeitsabfall des Körpers und nach Erreichen der Maximalkraft ein sehr duktiler Verhalten zu beobachten. Bis zum Versuchsende traten bei den bewehrten Probekörpern keine Abplatzungen an den Seitenflächen auf.

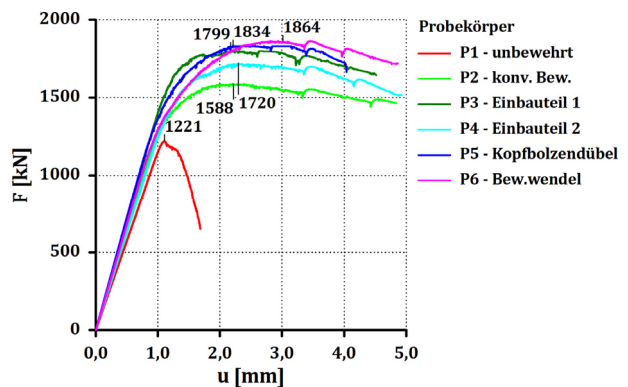


BILD 3 Kraft-Weg-Beziehungen der Probekörper

5 Fazit / Ausblick

Durch die zusätzlichen Einbauteile konnten die ertragbaren Lastflächenspannungen im Vergleich zum konventionell bewehrten Probekörper deutlich gesteigert werden. Die höchste Grenztragfähigkeit wurde durch den Probekörper mit oberflächennaher Bewehrungswendel P6 erreicht. Im Vergleich zum Probekörper mit konventioneller Bewehrung P2 wurde die ertragbare Lastflächenspannung um 16 % gesteigert. Die Versuchsergebnisse bestätigen zudem die Eignung von Einbauteilen aus hochfestem Beton bzw. der Auslegung der Umschnürungsbewehrung im Bereich der Lastfläche sind noch weitere Untersuchungen geplant.

6 Literatur

- EMPELMANN, M.; WICHERS, M.: STABWERKE UND TEILFLÄCHENBELASTUNG NACH DIN 1045-1 UND EUROCODE 2: MODELLE UND ANWENDUNGEN. IN: BETON- UND STAHLBETONBAU 104 (2009), HEFT NR. 4, S. 226-235.