

Technische Universität Dresden

Fakultät Bauingenieurwesen

Dissertation
zur Erlangung des akademischen Grades

Doktor-Ingenieur (Dr.-Ing.)

Betondruckfestigkeit unter zweiaxialer dynamischer Belastung

vorgelegt von

Matthias Quast, Dipl.-Ing.

geboren am 22.03.1985 in Stollberg (Erzg.)

Betreuer: Univ.-Prof. Dr.-Ing Dr.-Ing E. h. Manfred Curbach

Datum der Abgabe: 18.12.2018

Betondruckfestigkeit unter zweiachialer dynamischer Belastung

Dipl.-Ing. Matthias Quast

Abstract

Zur Beantwortung der Frage, wie sich die festigkeitssteigernden Effekte aus mehraxialer und dynamischer Druckbelastung in Beton überlagern wurde ein weltweit einzigartiger zweiachialer Split-HOPKINSON-Bar entwickelt. Es wurden umfangreiche Versuchsserien mit insgesamt mehr als 2500 Einzelversuchen durchgeführt. Ermittelt wurden dabei die ein- und zweiachialen statischen und dynamischen Betondruckfestigkeiten zweier Betone der Druckfestigkeitsklassen C20/25 und C40/50.

Die Versuchsergebnisse wurden hinsichtlich der Festigkeitsentwicklung in Abhängigkeit vom Spannungsverhältnis und der Dehnrates ausgewertet. Die Ergebnisse aus den zweiachialen dynamischen Betondruckversuchen konnten als dreidimensionale Abhängigkeit der Spannungen in beiden Belastungsachsen von der Dehnrates für jede der beiden Betonsorten abgebildet werden. Aus den Ergebnissen wurde ein Ingenieurmodell für jede Betonsorte entwickelt, welches die Betondruckfestigkeitsentwicklung in Abhängigkeit vom Spannungsverhältnis und der Dehnrates beschreibt. Mit zunehmender Dehnrates wird die zweiachiale Ergebniskurve um einen zusätzlichen, dynamischen Anteil der Festigkeitssteigerung vergrößert. Dabei kommt es aber nur zu einer teilweisen Überlagerung der beiden betrachteten festigkeitssteigernden Einflüsse. Eine Abschätzung der Größenordnung der jeweiligen Einflüsse aus Mehraxialität und hoher Belastungsgeschwindigkeit konnte durch eine entsprechend differenzierte Auswertung vorgenommen werden.

Die Untersuchung der Bruchstücke der zerstörten Probekörper zeigte, dass die Verteilung der Partikelgröße stark von der Dehnrates abhängig ist. Im Gegensatz dazu hängt die Partikelgeometrie und die Form und Masse der entstehenden Kernbruchstücke vom Spannungsverhältnis ab.

Concrete Compressive Strength under Biaxial Dynamic Loading

Dipl.-Ing. Matthias Quast

Summary

To answer the question of how the strength-enhancing effects of multiaxial and dynamic compressive loading superpose in concrete, a worldwide unique biaxial Split-HOPKINSON-Bar was developed. Extensive test series with a total of more than 2500 single trials had to be performed. In this study, the uni- and biaxial static and dynamic concrete compressive strengths of two concretes of the concrete classes C20/25 and C40/50 were determined.

The test results were evaluated with regard to the development of strength depending on the stress ratio and the strain rate. The results from the biaxial dynamic concrete compressive tests could be depicted as a three-dimensional dependence of the stresses in both loading axes on the strain rate for each of the two concrete types. From the results, an engineering model was developed for each type of concrete, which describes the development of concrete compressive strength as a function of the stress ratio and the strain rate. With increasing strain rate, the biaxial result curve is increased by an additional, dynamic proportion of the increase in strength. This leads to only a partial overlay of the two considered strength enhancing effects. An estimation of the magnitude of the respective influences from multiaxiality and high loading velocity could be made by a correspondingly differentiated analysis.

The examination of the fragments of the destroyed test specimens showed that the distribution of the particle size is mainly dependent on the strain rate. In contrast, the particle geometry and the shape and mass of the emerging core fragments depend on the stress ratio.