

Schädigung von faserbewehrtem hochfesten Beton infolge thermisch bedingter Spannungen

Problemstellung

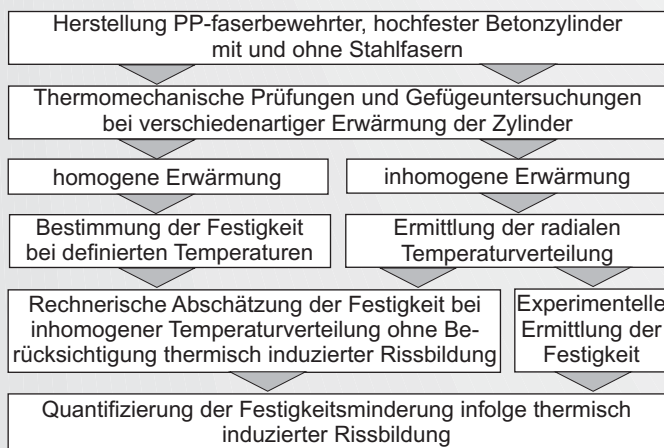
Verringerung des Bauteilwiderstands von Stahlbetonstützen im Brandfall durch:

- Umwandlungs- und Zersetzungsreaktionen im Beton
- unterschiedliches Ausdehnungsverhalten einzelner Betonbestandteile
- Reduzierung des Querschnitts durch Abplatzungen
- Rissbildung infolge thermisch bedingter Spannungen durch große Temperaturgradienten im Bauteil

Zielstellung

Quantifizierung der Festigkeitsminderung infolge thermisch bedingter Rissbildung durch große Temperaturgradienten im Bauteil

Untersuchungsprogramm



Ausgewählte Ergebnisse

Thermomechanische Prüfungen

Festigkeitsermittlung bei homogener Temperaturverteilung

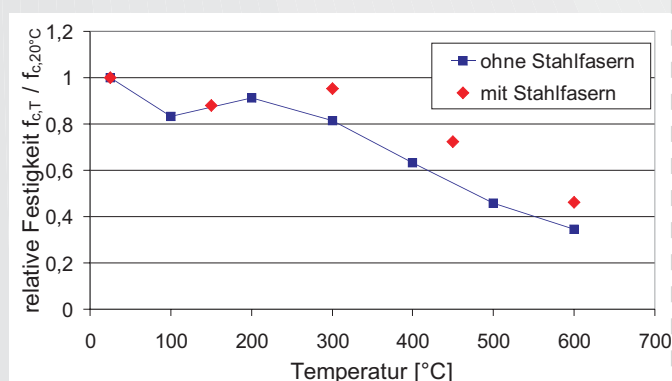
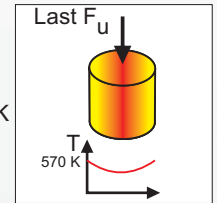


Abb. 1: Abnahme der relativen Festigkeit von hochfestem Beton in Abhängigkeit von der Temperatur

Experimentelle und rechnerische Festigkeitsermittlung bei inhomogener Temperaturverteilung

Experimentell

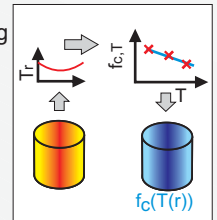
- Schnelle Erwärmung eines Zylinders:
 - Aufheizrate an Oberfläche: $\gg 5$ K/min
 - Maximaltemperatur an Oberfläche: 570 K
- Sofortige anschließende Ermittlung der Druckfestigkeit in der Prüfmaschine



Rechnerisch

- Zuordnung der bei homogener Erwärmung ermittelten Festigkeiten zu der gemessenen inhomogenen Temperaturverteilung
- Ermittlung der Zylinderfestigkeit durch Integration der temperaturabhängigen Festigkeiten über den Querschnitt

$$F_{u, \text{Rechnung}} = \int_A f_c(T_{\text{max}}(r))$$



Vergleich

Festigkeitsminderung PP-faserbewehrter, hochfester Betonzylinder:

mit Stahlfasern	11%
ohne Stahlfasern	16%

Gefügeuntersuchungen

Ultraschallmessungen über den Querschnitt

Indikator innerer Gefügeschädigung: Reduz. US-Geschwindigkeit

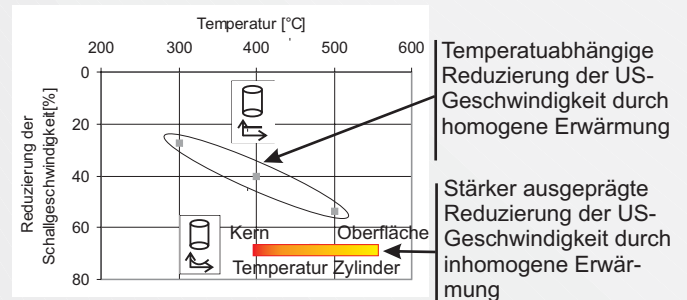
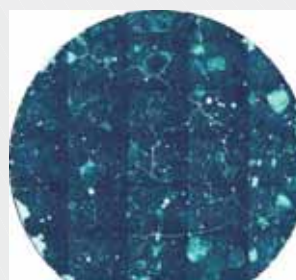


Abb. 2: Schallgeschw. vs. Temperatur

Mikroskopie



Rissbild

- inhomogene Erwärmung:
 - Risse radialsymmetrisch angeordnet (tangential)
 - Reduzierung der Rissweiten durch Stahlfasern um 70%
- homogene Erwärmung:
 - verminderte Rissbildung im untersuchten Temperaturbereich

Abb. 3: Rissbild nach inhomogener Erwärmung ohne Stahlfasereinsatz

Ausblick

- Fortführung systematischer Festigkeitsuntersuchungen an verschiedenartig faserbewehrten hochfesten Betonzylindern mit homogener und inhomogener Temperaturverteilung
- Festigkeitsuntersuchungen an brandbeanspruchten großformatigen Stützen aus faserbewehrtem hochfesten Beton
- FEM-Rechnungen zur Simulation der Brandversuche und Verbesserung bestehender Bemessungsvorschriften