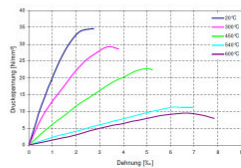


Problemstellung und Zielsetzung

Über das Materialverhalten von SVB bei einer Brand- bzw. Hochtemperaturbeanspruchung liegen bisher nur wenige Erkenntnisse vor. Um das Brandverhalten von Bauteilen aus SVB umfassend beurteilen zu können, sind weitere Untersuchungen zum Festigkeits- und Verformungsverhalten bei hohen Temperaturen notwendig. Zwängungsversuche ermöglichen dabei eine Abschätzung von Zwangsspannungen in dehnungsbehinderten Stahlbetonbauteilen und liefern zudem charakteristische Kennwerte für die Aufstellung von Materialgleichungen.

Theoretische Grundlagen zum Hochtemperaturverhalten von Beton

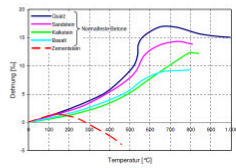
Spannungs-Dehnungs-Beziehungen



- bei steigenden Temperaturen:
- abnehmende Festigkeit
 - abnehmendes E-Modul
 - zunehmende Bruchstauung

Spannungs-Dehnungs-Beziehungen von Normbeton mit quarzitischer Gesteinskörnung in Abhängigkeit von der Temperatur

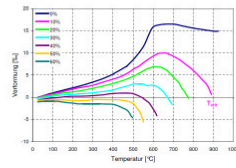
Freie thermische Dehnung



- unterschiedliche Dehnung von Beton und reinem Zementstein
- großer Einfluss der verwendeten Gesteinskörnung

Thermische Dehnung von Zementstein und Normbeton mit unterschiedlichen Gesteinskörnungen

Kriechverformungen bei belasteten Probekörpern



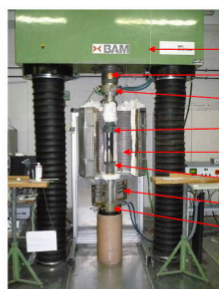
- geringe einaxiale Ausdehnung von belasteten Probekörpern infolge von Kriechprozessen
- Versagen der PK bei einer lastabhängigen kritischen Temperatur T_{crit}

Gesamtverformung von Normbeton bei hohen Temperaturen und verschiedenen Belastungsgraden

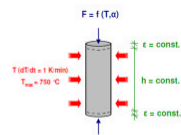
Experimentelle Untersuchungen

Die Versuche zum Zwängungsverhalten wurden am thermomechanischen Prüfstand der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) durchgeführt. Der SVB wurde als Mehlkorntyp mit Kalksteinmehl (KSM) und quarzitischer Gesteinskörnung konzipiert. Um einen möglichen Einfluss von Polypropylenfasern auf das Zwängungsverhalten zu erfassen, wurden zwei Betonserien mit unterschiedlichem Gehalt an PP-Fasern hergestellt (KSM mit 0 kg/m^3 bzw. KSM-PP mit $1,5 \text{ kg/m}^3$ Fasergehalt).

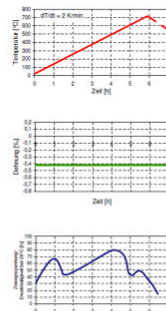
Thermomechanischer Prüfstand mit Schallemissionsanalyse (SEA)



- Prüfmachine HUS 160
- Kraftmessdose
- obere Wasserkühlung
- obere Druckplatte mit Kalotte
- Spezialofen
- untere Druckplatte
- Verformungsmesssystem
- untere Wasserkühlung



Versuchsablauf



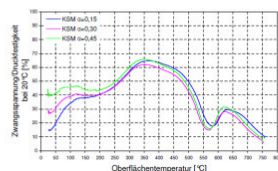
weitere Untersuchungsmethoden

- Quecksilberdruckporosimetrie (Verteilung der Porenradien bei steigenden Temperaturen)
- Simultane Thermoanalyse (TGA/TG) (Umwandlungsprozesse im Beton während und nach thermischer Beanspruchung)
- Lichtmikroskopie (Rissbildungsprozesse)
- Videoaufzeichnung mittels Webcam (Zerfallsprozess der PK nach den Hochtemperaturversuchen)

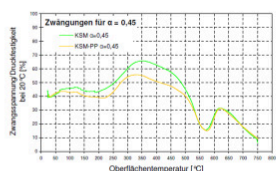
Ergebnisse

Entwicklung der Zwangsspannungen

- geringe Zwangsspannungen bis $250 \text{ }^\circ\text{C}$
- maximale Zwangsspannungen bei ca. $350 \text{ }^\circ\text{C}$ (etwa 65 % der Druckfestigkeit bei Raumtemperatur)
- kein Einfluss der Anfangsbelastung α_0 :

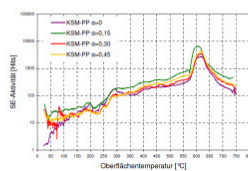


- Verringerung der Maximalwerte um etwa 10 % bei Einsatz von Polypropylenfasern:

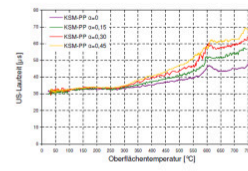


SEA und US-Laufzeiten

- Zunahme von SE-Aktivität und US-Laufzeit bei zunehmender thermischer Beanspruchung
- große Auswirkung der Quarzumwandlung bei $573 \text{ }^\circ\text{C}$ auf die SE-Aktivität:

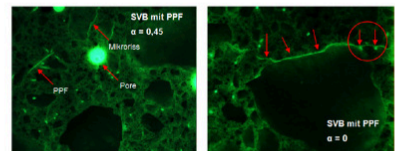


- Einfluss des Belastungsgrades auf die US-Laufzeiten:

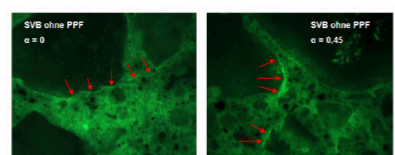


Rissbildungsprozesse und Verteilung der Porenradien

- Einfluss von PP-Fasern auf die Ausbildung von Rissen (Faserbetten nach Schmelzen als Fehlstellen im Gefüge)



- Einfluss einer mechanischen Belastung auf die Rissbildung (Rissorientierung in Richtung der äußeren Belastung)



- Einfluss von PP-Fasern auf die Verteilung der Porenradien
- zunehmende Porosität bei steigenden Temperaturen