

Dauerhaftigkeit polymermodifizierter Mörtel unter Einwirkung sulfathaltiger Lösungen

Durability of polymer modified cement concrete due to sulphate exposure

Berken, C.; Großkurth, K. P.

Abstract

Polymer dispersions are often used to improve the characteristics of green and hardened cement concrete, especially for repair applications. At least the same resistance against corrosives is expected from these polymer modified cement concrete (PCC) like those of the main system. But own former examinations show that it also can be less. Investigations assorted in the following should demonstrate the effects of a polymer modification on the durability of the PCC due to sulphate exposure. Thereby a correlation between the expansion and the cracking pattern as well as with the results of porosity measurements and SEM shots was found. Most important characteristics of the polymer dispersions are, whether they are hydrophobic or contain hydrophilic groups. On the basis of this parameter a interrelationship between selected dispersion and sulphate resistance of the modified mortar can be pointed out.

1. Einleitung und Zielsetzung

Als Instandsetzungsmörtel werden heute in der Regel polymermodifizierte Mörtel und Betone (PCC) eingesetzt. Dabei wird zumindest die gleiche Widerstandsfähigkeit des Instandsetzungsmaterials wie die des umgebenden Systems gegen korrosionsauslösende Medien erwartet. Eigene Voruntersuchungen zum treibenden Angriff auf PCC zeigen, dass sich die Polymermodifizierung auch negativ auf die Dauerhaftigkeit der Mörtel auswirken kann. Ziel des vorgestellten Pilotprojektes ist es, die Beeinflussung des Sulfatwiderstandes von Mörteln durch eine Polymermodifizierung zu beurteilen. Dazu wurden Kleinzylinder mit $\varnothing = 5$ cm und $h = 5$ cm in 5%-iger Na_2SO_4 -Lösung bei 8°C ausgelagert. Neben den rein zementgebundenen Mörteln wurden PCC mit drei verschiedenen Dispersionen in die Untersuchungen einbezogen.

2. Dehnungsverlauf sowie makroskopische Rissentstehung und -wachstum

Die ersten makroskopischen Risse entstehen an der Prüfkörperunterseite; dabei liegt die Dehnung bei rund

5 mm/m. Anschließend steigt die Dehngeschwindigkeit rasch an und erreicht ihr Maximum, wenn die unterste Schicht nahezu vollständig zerstört ist. Prinzipiell weisen die polymermodifizierten Proben gleichartiges Verhalten sowohl bezüglich des Dehnungsverlaufs als auch im Hinblick auf das makroskopische Zerstörungsbild auf. Im direkten Vergleich ist jedoch ein zeitlicher Versatz des forcierten Dehnungsanstiegs (Steilast der Kurve) zu erkennen, wie aus Bild 1 ersichtlich ist.

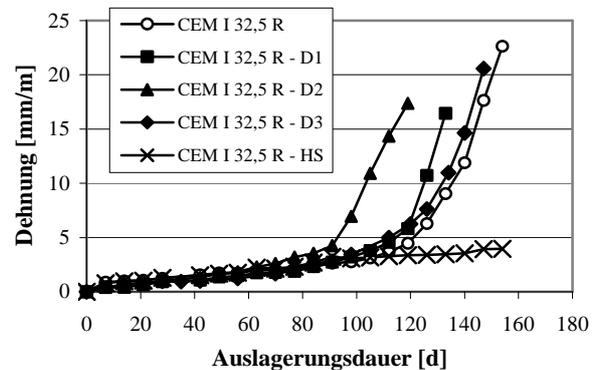


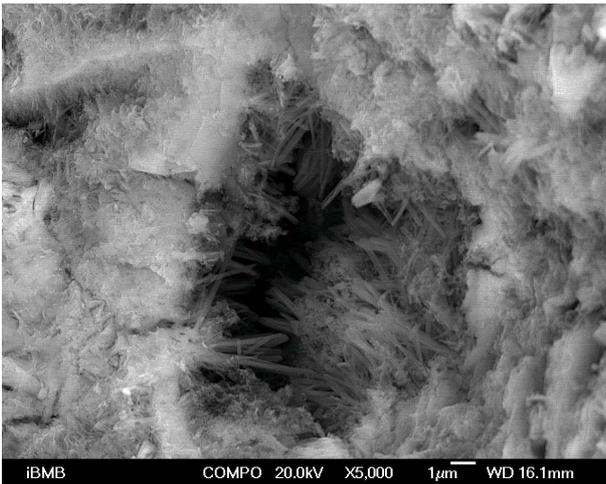
Bild 1: Dehnung der Zylinder über die Dauer der Auslagerung in 5%-iger Sulfatlösung; $w/z = 0,60$; $k/z=0,05$

Bei einem w/z -Wert von 0,60 haben die Dispersionen D1 und D2 einen deutlichen Einfluss auf die Sulfatbeständigkeit der Mörtel. Dies ist bei der als hydroplastifizierend eingestuften Dispersion D2 ausgeprägter als bei der hydrophilen Dispersion D1. Das hydrophobe Polymer D3 auf Styrolacrylatbasis hingegen beeinträchtigt den Sulfatwiderstand der Mörtel nur geringfügig.

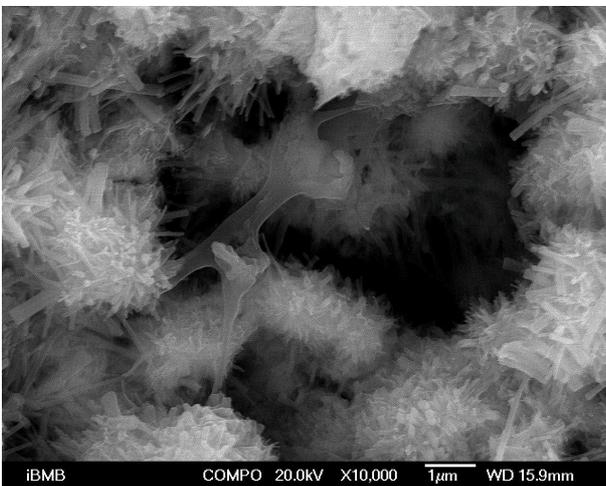
3. Strukturuntersuchungen

Die Entwicklung der Porenradienverteilung und der Gesamtporosität lassen auf Phasen Neubildungen zu Beginn der Auslagerung gefolgt von Mikrorissbildung schließen. Im weiteren Verlauf scheinen sich diese Prozesse gegenseitig zu bedingen, was auch durch raster-elektronenmikroskopischen Untersuchungen (REM) belegt werden konnte. Anhand dieser Aufnahmen wurde festgestellt, dass unabhängig von der Kunststoffart zu

Beginn der Auslagerung zunächst die Matrix selbst Risse erfährt, dabei aber noch größtenteils an den Zuschlagkorngrenzen anhaftet /1/. Zwischen den verschiedenen PCC zeigen sich jedoch Unterschiede in den Phasenneubildungen. So ist in der mit D1 modifizierten Probe noch gerichtetes Nadelwachstum auszumachen, was Bild 2a belegt. Aufgrund des schnellen Wachstums sind in dem D2-PCC (Bild 2b) nur ungerichtete Büschel von Nadeln anzutreffen. In allen Fällen sind die Nadeln gemäß energiedispersiver Röntgenmikroanalyse der Ettringitgruppe zuzuordnen.



(a): D1-PCC



(b): D2-PCC

Bild 2: REM-Aufnahmen der untersten Scheibe von PCC-Zylindern nach 42 d Auslagerung in 5%-iger Sulfatlösung; $w/z = 0,60$; $k/z = 0,05$

Die durchgeführten röntgendiffraktometrischen Messungen weisen in erster Linie Minerale der Ettringitgruppe

und im Verhältnis nur wenig Gips nach /1/. Unabhängig vom Schädigungsmechanismus ist jedoch ein wesentlicher Unterschied zwischen den gewählten Polymerdispersionen festzustellen. Je größer deren Neigung, Wasser zu binden, desto markanter ist ihr negativer Einfluss auf die Sulfatbeständigkeit der Mörtel. Während eher hydrophobe Kunststoffe wie Styrolacrylat das Dehnverhalten kaum beeinflussen, verschlechtert das eher hydrophile Polymer den Sulfatwiderstand der Mörtel. Bei der als hydroplastifizierend einzustufenden Dispersion D2 ist dieser Effekt um ein Vielfaches ausgeprägter und verstärkt sich mit sinkendem w/z -Wert derart, dass trotz der eigentlichen Verbesserung der Sulfatbeständigkeit bei $w/z = 0,40$ gegenüber $w/z = 0,50$ der forcierte Dehnungsanstieg nahezu zeitgleich stattfindet. Der Vergleich mit den wassergelagerten Proben zeigt jedoch, dass dies nicht auf eine reine Wasseraufnahme zurückgeführt werden kann.

4. Diskussion und Ausblick

Zur Interpretation bieten sich verschiedene Möglichkeiten. Die beim jetzigen Stand der experimentellen Untersuchungen wahrscheinlichste besteht darin, dass hydrophile Polymere entsprechend mehr Wasser anziehen und insofern auch das darin gelöste Sulfat, das nicht an das Polymer gebunden wird, im Mörtel schneller zur Phasenneubildung zur Verfügung steht. Der summarische Raum für solche Phasenneubildungen ist jedoch durch die allgemein herabgesetzte Porosität auch bei Verwendung von insgesamt hydrophilen Polymeren geringer, so dass sich früher Mikrorisse bilden und im Fortgang die makroskopische Zerstörung des Prüfkörpers beschleunigen.

Zur weiteren Klärung werden vergleichende quantitative Analysen der Veränderung des Phasenbestandes zu diskreten Zeitpunkten verteilt über den Auslagerungszeitraum durchgeführt. Erste Ergebnisse dieser Untersuchungen zeigen deutliche Unterschiede zwischen den rein zementgebundenen und den polymermodifizierten Mörteln in Bezug auf den Zusammenhang von makroskopischen Schadensverlauf und Änderung des Phasenbestandes.

5. Literaturverzeichnis

- /1/ Berken, C.; Großkurth, K. P.: *Polymermodifizierte Mörtel unter Einwirkung sulfathaltiger Lösungen*. 16.Int. Baustofftagung-Ibausil. F.A. Finger-Institut für Baustoffkunde, Bauhaus-Universität Weimar, 2006, CD-ROM