

Hydration, phase and microstructure development of Ultra-High Performance Concrete

Dipl.-Min. Claudia Pfeifer¹, Dr. rer. nat. Bernd Möser², Prof. Dr.-Ing. habil. Jochen Stark³

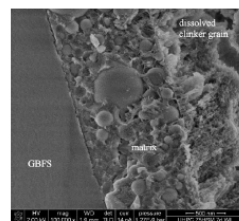
¹Research assistant, ²Head of the electron microscopy laboratory, ³Emeritus

F. A. Finger-Institute for Building Material Science, Bauhaus-University Weimar/Germany

Literature/Literatur

- [1] Cheyreyz, M.; Maret, V.; Frouin, L.: Microstructural Analysis of RPC (Reactive Powder Concrete), Cement and Concrete Research, 25, 7, 1995, pp. 1491-1500
- [2] Fehling, E.; Schmidt, M.; Stürwald, S. (Editors): Proceedings 2nd Int. Symp. on Ultra High Performance Concrete, Kassel, Deutschland, 2008
- [3] Deutscher Ausschuss für Stahlbeton (DAfStB): Progress report Ultra High Performance Concrete, No 561, 2008, Beuth Verlag GmbH, Berlin, (in German)
- [4] Reda, M. M.; Shrive, N. G.; Gillott, J. E.: Microstructural investigations of innovative UHPC, Cement and Concrete Research, 29, 1999, pp. 323-329
- [5] Dugat, J.; Frouin, L.; Clavaud, B.: RPC: Microstructure Analysis, Proceedings 4th Int. Symp. on Utilization of HS/HPC, Paris, 1996, pp. 1351-1357
- (RPC) using ²⁹Si NMR", Cement and Concrete Research, 26, 1, 1996, pp. 93-100
- [7] Pfeifer, C.; Möser, B.; Stark, J.: Hydration and Microstructure Development of UHPC, Jahrestagung der Fachgruppe Bauchemie, Siegen, Deutschland, 27-28.09.2007, No 37, pp. 45-54, (in German)
- [8] Möser, B.; Pfeifer, C.; Stark, J.: Microstructure and Durability of Ultra-High Performance Concrete, Proceedings 2nd Int. Symp. on UHPC; Kassel, Germany, March 5-7, 2008, (Editors Fehling, E. et al.), pp.417-424
- [9] Korpa, A.; Kowald, T.; Trettin, R.: Phase development in normal and ultra high performance cementitious systems by quantitative X-ray analysis and thermoanalytical methods, Cement and Concrete Research, 39, 2009, S. 69-76
- [10] Ludwig, H.-M.; Thiel, R.: Dauerhaftigkeit von UHFB, S. 89-106. In: König, G. et al. (Editors): Innovationen im Bauwesen-Ultrahochfester Beton, Bauwerk Verlag Berlin, 2003
- [11] Bornemann, R.; Fehling, E.: Ultrahochfester Beton-Entwicklung und Verhalten, 10. Leipziger Massivbau Seminar 2000, pp. 1-15
- [12] Droll, K.: Einfluss von Zusatzstoffen auf die rheologischen und mechanischen Eigenschaften von UHFB, S. 25-44. In: König, G. et al. (Editors): Innovationen im Bauwesen-Ultrahochfester Beton, Bauwerk Verlag Berlin, 2003
- [13] Gerlicher, T.; Heinz, D.; Urbonas, L.: Effect of Finely Ground Blast Furnace Slag on the Properties of Fresh and Hardend UHPC, Proceedings 2nd Int. Symp. on UHPC; Kassel, Deutschland, March 5-7, 2008, (Editors Fehling, E. et al.), S. 367-374
- [14] Fehling, E., Schmidt, M.; Teichmann, T.; Bunja, K., Middendorf, D.: Development, Durability and Evaluation of UHPC, Forschungsbericht DFG FE 497/1-1, Schriftenreihe Baustoffe und Massivbau, Heft 1, Universität Kassel, 2005, (in German)
- [15] Pfeifer, C.; Möser, B.; Stark, J.: Hydration, Phase- and Microstructure Development of Ultra-High Performance Concrete, Proceedings 17th Ibausil, Weimar, Germany, 23-26.09.2009, CD-ROM
- [16] Möser, B.: Progress in building materials analysis (Part 1), Vol. 1, S. 54-62, 2010
- [17] Möser, B.: Progress in building materials analysis (Part 2), Vol. 2, S. 63-72, 2010
- [18] Weber, C.: Untersuchungen zur Wirkungsweise von latent hydraulischen und puzzolanischen Zusatzstoffen in UHPC", Diploma thesis, Weimar, 2009
- [19] Röbler, C.; Sowoidnich, T.; Möser, B.: The Influence of Superplasticizers on the Hydration of C₃S, 31st Int. Conf. on Cement Microscopy, St. Petersburg, FI/USA, April 26-29, 2009, CD-Rom
- [20] Stark, J.; Möser, B.; Bellmann, F.: A new model of cement hydration, Proceedings 15th Ibausil, Weimar, Deutschland, 2003, S. 1.0015-1.0031, (in German)

Materials Science



UHPC matrix between ground granulated blast furnace slag and dissolved clinker
Eisenbetonmatrix zwischen Hüttenanodenmehl und angestromtem Klinker

Hydration, phase and microstructure development of Ultra-High Performance Concrete

Dipl.-Min. Claudia Pfeifer¹, Dr. rer. nat. Bernd Möser², Prof. Dr.-Ing. habil. Jochen Stark³
¹Research assistant, ²Head of the electron microscopy laboratory, ³Emeritus
F. A. Finger-Institute for Building Material Science, Bauhaus-University Weimar/Germany

Summary: This paper gives an overview of the microstructural results regarding hydration, phase and microstructure development of Ultra-High Performance Concretes which differ in their binder composition. A matter of particular interest was the way in which ground granulated blast furnace slag influences the hydration process and the microstructure development. The results show that the hydration of Ultra-High Performance Concretes containing ground granulated blast furnace slag is significantly retarded although reduced superplasticizer content was used. Due to an optimized grain granulometry, high content of fine particles as well as low w/c ratio and an extremely strong interlocking of the C-S-H phase, a considerable microstructure densification is visible.

Hydratation, Phasen- und Gefügeentwicklung von Ultrahochfestem Beton

Zusammenfassung: In dieser Arbeit werden mikrostrukturelle Ergebnisse zur Hydratation, Phasen- und Gefügeentwicklung von Ultrahochfesten Betonen mit unterschiedlicher Bindemittelzusammensetzung präsentiert. Insbesondere der Einfluss von Hüttenanodenmehl auf den Hydratationsverlauf und die Mikrostruktur wurden untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass die Hydratation einer hochfesten Ultrahochfesten Betone trotz vermindertem Fließmittelgehalt im wässrigen Mäße verzögert wird. Aufgrund einer optimierten Kornpackung, einem hohen Feinstanteil sowie geringen w/c-Wert und einer extrem starken Verzahnung der Calciumsilicohydrat-Phasen wird in Ultrahochfesten Betonen ein sehr dichter Gefüge erzeugt.

Hydratation, développement des phases et microstructures du béton très hautes performances

Résumé: Le présent article expose les résultats micro-structuraux de l'hydratation, du développement des phases et microstructures de bétons très hautes performances présentant différentes compositions de liant. L'influence du laitier de haut fourneau granulométrie sur l'évolution de l'hydratation et la microstructure a été en particulier examinée. Les résultats montrent que l'hydratation d'un béton très hautes performances retardé par rapport à un béton à haute résistance en grains fins ainsi qu'un faible rapport w/c et une imbrication extrêmement forte des phases d'hydrate de silicate de calcium, une microstructure très dense et engendrée dans les bétons très hautes performances.

Hidratación, desarrollo de fase y microestructura de hormigón de resistencia ultra alta

Resumen: En este artículo se presentan resultados relativos a la evolución de la hidratación, de las fases y el desarrollo microestructural de los hormigones de alta resistencia con diferentes composiciones de sustancias aglutinantes. Se trató con especial interés la influencia de la harina de escoria de alto horno en el desarrollo de la hidratación y la microestructura. Los resultados muestran que la hidratación de un hormigón de ultra alta resistencia, que contiene escoria de alto horno granulada, se retrasa significativamente a pesar del contenido en sílice puzolánica reducido. Gracias a una granulometría optimizada, un alto contenido en partículas finas, así como un ratio w/c bajo y un encajamiento extremadamente fuerte de la fase C-S-H se crea una estructura muy densa en los hormigones de ultra alta resistencia.