Rheologisches Verhalten von Faserbetonmischungen und Zementsuspensionen: Rheologentag in Berlin

Autor(en): **Brux, G.**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **96 (1978)**

Heft 37

PDF erstellt am: **24.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-73743

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Rheologisches Verhalten von Faserbetonmischungen und Zementsuspensionen

Rheologentag in Berlin

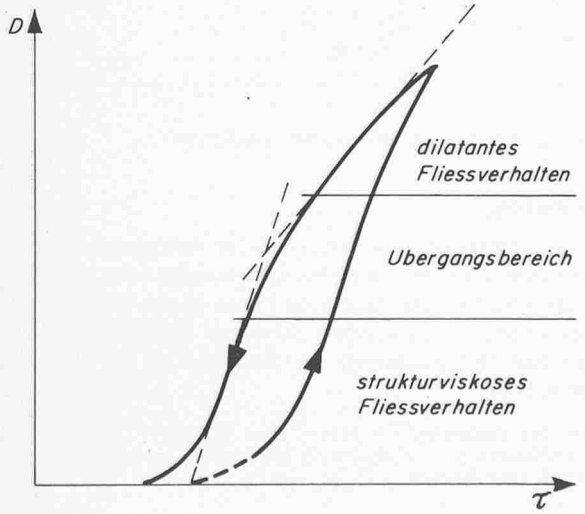
In der *Bundesanstalt für Materialprüfung* (BAM) in *Berlin-Lichterfelde* wurden auf der *Jahrestagung der Deutschen Rheologischen Gesellschaft* (DRG) vierzig Fachvorträge aus Lehre, Forschung und Praxis unter internationaler Beteiligung (CSSR, Dänemark, Österreich, Schweden und Schweiz) gehalten. Darin wurde auf das Fliessverhalten (Viskosität, Kriechen usw.), Spannungen und Formveränderungen von Werk- und Baustoffen, dazu verwendete Prüfgeräte (Kapillar-, Auslauf- und Rotationsviskosimeter usw.), Messergebnisse und besondere Erscheinungsformen eingegangen. Zu den zahlreichen Teilnehmern gehörten auch Fachleute aus Dänemark, Holland, Österreich, Schweden und der Schweiz. Hier wird nur über die den Betoningenieur interessierenden Vorträge berichtet.

Mit den rheologischen Eigenschaften von Faserbetonmischungen befasst sich der Beitrag von *K. Komlos* vom *Institut für Bauwesen und Architektur* der *Slowakischen Akademie der Wissenschaften* in *Bratislava*. Er bringt den gegenwärtigen Stand des Wissens auf diesem Gebiet und berücksichtigt dabei ausser eigenen auch Forschungsergebnisse aus Australien, Belgien, England, Deutschland, Frankreich, Schweden und den USA [1–24]. Als *Faserbewehrung* verwendet man heute *Metallfasern, mikrofeine Drähte, Stein-, Schlacken-, Glaswolle- und Glasseidefasern, Kohlenstoffasern, Kunststoffasern* und *kunststoffbeschichtete Fasern* sowie Gemische verschiedener Fasern. Die Faserbewehrung trägt zum Vergrössern der Zugfestigkeit, Zähigkeit, Verformbarkeit und der zum Bruch des Verbundwerkstoffes erforderlichen Energie bei, wenn man die entsprechenden Kennwerte für die unbewehrte Matrix damit vergleicht.

Anforderungen an eine Faserbetonzusammensetzung

Die *physikalisch-mathematischen* Eigenschaften *erhärteter Betone* werden durch die rheologischen Eigenschaften des Betons im frischen Zustand weitgehend bestimmt. Dies trifft auf faserbewehrten Beton in noch ausgeprägterer Form zu. Die Faserbewehrung *erhöht* nämlich die *Sperrigkeit der Betonmischung* und erschwert dadurch die Verarbeitbarkeit und Verdichtung des Betons. Die isotropen Eigenschaften des Verbundwerkstoffes sind nicht gegeben, wenn die beliebige Orientierung der Fasern im erhärteten Werkstoff verhindert wird. Durch die grosse spezifische Oberfläche entziehen die Fasern auch der Betonmatrix einen grossen Teil des Anmachwassers, wodurch die Verarbeitbarkeit der Faserbetonmischung weiter herabgesetzt wird. Die *Faserbetonzusammensetzung* muss deshalb bestimmten Anforderungen entsprechen, wie z.B. 330 bis 560 kg/m³ Zementgehalt, $W/Z = 0{,}4$ bis 0,6, 50 bis 100% Sandanteil beim Zuschlagstoff, Grösstkorn 9,5 mm, 6 bis 9% Luftgehalt und je nach Faserart 0,5 bis 2,5 Vol.-% Fasergehalt; das Verwenden von Flugasche ergibt hier auch Zementersparnis, wie z.B. bei 134 kg/m³ FA-Gehalt: $Z = 290$ kg/m³, $W/Z = 0{,}54$, 50% Sandgehalt. Es werden Angaben über die *kritische Fasermenge* gemacht, deren Überschreiten die notwendige Verdichtung des Faserbetons nicht mehr zulässt, und ein neues Berechnungsverfahren dafür abgeleitet. Eingegangen wird auf den erforderlichen *Mörtelanteil* bei Faserbetonen und das Verhältnis von Grobkornanteil im Zuschlagstoff zu der in die Betonmatrix einmischbaren Höchstmenge des Faseranteils. Für die so ermittelte *Verarbeitbarkeit* von Faserbetonmischungen wird die Beziehung zwischen Grösstkorn der Betonmatrix und Faseranteil bei verschiedenen Faserarten aufgezeigt sowie der Einfluss von Art, Form (rund, oval, wellenförmig, Duoform usw.) und das Verhältnis Länge zu Durchmesser der Fasern mit Grenzwerten angegeben.

Fliesskurven von Zementsuspension



Fliessverhalten

Über *Untersuchungen zum Fliessverhalten von Zementsuspensionen* sprach *W. vom Berg* vom *Institut für Bauforschung* an der *Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule Aachen*. Zementsuspensionen sind Zweiphasensysteme aus unregelmässig geformten, festen Zementkörnern in Wasser, die in der Baustoffkunde je nach ihrer Anwendung unter der Bezeichnung *Zementleim, Einpressmörtel* oder *Zementmilch* bekannt sind [25–27]. In den meisten Fällen ist ihr Fliessverhalten für den Verarbeitungsvorgang von Bedeutung, wie z.B. im Tunnel- und Talsperrenbau beim Injizieren von Zementleim in klüftigem Fels zum Verbessern der Standfestigkeit oder Wasserundurchlässigkeit. Das Fliessverhalten der Suspensionen hat dabei einen erheblichen Einfluss auf die erzielbare Reichweite der Injektion und den aufzuwendenden Druck und damit auf die Güte und Kosten der Injektionsarbeiten. Zementsuspensionen weisen ein Dichteverhältnis zwischen der dispergierten Phase und dem Suspensionsmedium von etwa 3 auf. Das führt je nach Feststoffkonzentration zu starker Sedimentationsneigung. Hinzu kommt der sehr weite Korngrössenbereich (0,1 bis 200 μm). Weiter beeinflusst die Hydratation die Versuchsdurchführung, denn die entstehenden Hydratationsprodukte bewirken eine ständige Veränderung der rheologischen Eigenschaften der Suspension.

Viele Dinge haben also Einfluss auf das Fliessverhalten von Zementleim, wie z.B.

- die Feststoffkonzentration der Suspension,
- die Korngrössenverteilung und Kornform des Zementes
- der Gehalt und die Zustandsform des Kalziumsulfats,
- das Alter des Zementleims (Hydratation),
- die Mischdauer und der Bereitungsgrad der Suspension,
- die chemische Zusammensetzung des Zementes,
- die Eigenschaften des Anmachwassers und
- die Temperatur.

Trotz der erheblichen versuchstechnischen Schwierigkeiten ist es mit gewissen Streuungen möglich, bestimmte Fliesskurven von Zementsuspensionen zu ermitteln (siehe Bild). Dabei tritt strukturviskoses und dilatantes Fliessverhalten auf. Ausserdem spielen zeitabhängige rheologische Eigenschaften eine Rolle, wie Thixotropie und Rheopexie. Danach ist es möglich, den Einfluss der Baustoffeigenschaften Feststoffkonzentration und spezifische Oberfläche des Feststoffes auf die rheologischen Eigenschaften Fliessgrenze und Anfangsviskosität zu bestimmen und damit auch für Zementsuspensionen eine Fliessgleichung abzuleiten, die Zementinjektionen berechenbar zu machen.

Schrifttum

[1] *Wischers G.:* «Faserbewehrter Beton». Beton, Heft 4, 1974

[2] *Brux G.:* «Faserbewehrter Beton». Schweiz. Bauzeitung, Heft 3, 1974

[3] *Komlos K.:* «Faserbewehrter Beton». Tiefbau, Heft 4, 1973

[4] *Swamy R.N.:* «Fibre reinforcement of cement and concrete». Materials and Structures, Heft 45, 1975

[5] *Jejcic D., Zanghellini F.:* «Mortiers et ciments armés de fibres». Annales de l'Institut Technique du Bâtiment et des Travaux Publics. Heft 347, 1977

[6] *Hilsdorf H.K.:* «Zementgebundene Matrix und Faserbewehrung». Der Heidelberger Portländer, Heft 2, 1975

[7] *Merkblatt Stahlfaserspritzbeton.* Beton, Heft 2, 1977

]8] *Swamy R.N., Fattuhi N.I.:* «Mechanics and properties of steel fibre reinforced concrete». Proceedings of the First Australian Conference on Engineering Materials, Sydney, August 1974, University of Sydney

[9] *Swamy R.N., Savrides H.:* «Some properties of high workability steel fibre concrete». Fibre reinforced cement and concrete. RILEM Symposium, London, 1975

[10 *Majumdar A.J.:* «Properties of fibre cement composites». Fibre reinforced cement and concrete. RILEM Symposium, London, 1975

[11] *Edgington J., Hannant D.J., Williams R.I.T.:* «Steel fibre reinforced concrete». Garston, Building Research Establishment, Current Paper CP 69/74

[12] *Komloš K.:* «Possibilities of workability determination of fibre concrete mixes according ČSN 731312». Československá standardizace, Heft 3, 1976

[13] *Komloš K.:* «State-of-the-art report on concrete reinforced with randomly spaced fibres». Stavebnicky časopis, Heft 4, 1977

[14] *Krenchel H.:* «Fiber reinforced brittle matrix materials». ACI International Symposium «Fiber reinforced concrete», 1974, Publication SP 44-3

[15] *Dehousse N., Lejeune A., Cuykens T.:* «Les mortiers et bétons renforcés de fibres d'acier». Revue C.S.T.C., Centre scientifique et technique de la construction, Belgique, Heft 2, 1974

[16] *Swamy R.N., Mangat P.S.:* «Influence of fibre-aggregate interaction on some properties of steel fibre reinforced concrete». RILEM-Materials and Structures, Heft 41, 1974

[17] *Takagi J.:* «Some properties of glass fiber reinforced concrete». ACI International Symposium «Fiber reinforced concrete», 1974 Publication SP 44-5

[18] *Ritchie A.G.B., Rahman T.A.:* «The effect of fiber reinforcement on the rheological properties of concrete mixes». ACI International Symposium «Fiber reinforced concrete», 1974, Publication SP 44-2

[19] *Ritchie A.G.B., Mackintosh P.M.:* «Selection and rheological characteristics of polypropylene fibres». Concrete, Heft 8, 1972

[20] *Mangat P.S., Swamy R.N.:* «Compactibility of steel fibre reinforced concrete». Concrete, Heft 5, 1974

[21] *Komloš K.:* «Rheological characteristics of fibre reinforced concrete mixes». In: Proceedings of the VIIth International Congress on Rheology, Gothenburg, 23.–27. August 1976

[22] *Marsh H.N., Clarke L.L.:* «Glass fiber reinforces cement based materials». ACI International Symposium «Fiber reinforced concrete» 1974. Publication SP 44-14

[23] *Swamy R.N., Mangat P.S.:* «Influence of fiber geometry on the properties of steel fiber reinforced concrete». Cement and Concrete Research, Heft 3, 1974

[24] *Hughes B.P., Fattuhi N.I.:* «The workability of steel fibre reinforced concrete». Magazine of Concrete Research, Heft 96, 1976

[25] *Flatten H.:* «Untersuchungen über das Fliessverhalten von Zementleim». Dissertation, Rhein. Westf. Techn. Hochschule Aachen

[26] *Wesche K., vom Berg W.:* «Rheologische Eigenschaften von Zementleim und Frischbeton». Beton, Heft 1, 1973

[27] *Flatten H., vom Berg W.:* «Betonwerk+Fertigteil-Technik», Heft 8, 1974

G. Brux

Strahlenschäden entlarven Antiquitätenfälscher

Datierung und Echtheitsprüfung mit Hilfe der Thermolumineszenz

Archäologen, Geologen und Kunsthändler können sich auf eine neue Methode der Altersbestimmung stützen: Die winzigen Strahlenschäden, welche die natürliche Radioaktivität in einem Werkstoff erzeugt, haben sich als zuverlässige «Uhr» für die Echtheitsprüfung alter Kunstwerke und zur Datierung historischer und archäologischer Zeitabschnitte erwiesen. Im *Max-Planck-Institut für Kernphysik* in *Heidelberg* arbeitet die mit Unterstützung der *Stiftung Volkswagenwerk* aufgebaute archäometrische Arbeitsgruppe an einem Datierungsverfahren, bei dem das beim «Ausheilen» solcher Strahlenschäden auftretende Leuchten – die *Thermolumineszenz* – als Zeitmassstab verwendet wird.

Chinesische «Geisterobjekte»

Die Besucher der *Völkerkundlichen Sammlungen* des *Reiss-Museums* in *Mannheim* beispielsweise konnten jahrelang die Keramikplastik einer chinesischen Tänzerin bewundern, die