

ÖSTERREICHISCHER BETON BENCHMARK ZUR STEIGERUNG DER VORHERSAGQUALITÄT MECHANISCHER EIGENSCHAFTEN MODERNER BETONE

Die Frühzeitentwicklung moderner österreichischer Betone wurde mit standardisierten und innovativen Versuchsmethoden charakterisiert. Die Ergebnisse wurden mit detaillierten Multiphysiksimulationen auf massige Ingenieurtragwerke übertragen.

Die historische Entwicklung der in Österreich gültigen Betonnormen, die Rezepturen von in Österreich häufig verwendeten Betonen und typischen Standortbedingungen für Ingenieurtragwerke in Österreich wurden recherchiert. Im Rahmen der praxisorientierten wissenschaftlichen Forschung wurden für Österreich typische frost-tausalzbeständige Brückenbaubetone mit standardisierten und innovativen Materialtests untersucht. Damit konnten die im Eurocode 2 angegebenen Formeln zur Berechnung der Frühzeitentwicklung von Druckfestigkeit und Elastizitätsmodul bewertet und verbessert werden. Analoge Formeln zur Berechnung der Frühzeitentwicklung der Kriecheigenschaften wurden entwickelt. Es wurde gezeigt, dass die Frühzeitentwicklung des Kriechwiderstandes wesentlich langsamer erfolgt als jene der Steifigkeit (Abb. 1) und Festigkeit. Versuche an massigen Betonprismen und Materialtests unter variabler Temperatur haben gezeigt, dass hohe Abbinde Temperaturen zu höheren Frühfestigkeiten und –steifigkeiten aber kleineren Endfestigkeiten und –steifigkeiten führen. Multiphysiksimulationen auf Basis moderner thermo-chemo-mechanischer Betonmodelle übertrugen die Ergebnisse der Materialforschung auf das Strukturniveau massiger Bauteile. Durch die dort ungleichmäßig verteilten Abbinde Temperaturen entwickeln sich die mechanischen Eigenschaften im Bauteilinneren schneller als an der Oberfläche (Abb. 2). Unterschiedliche Bauteildicken resultieren zudem in ungleichförmigen Schwinddehnungen und somit in lokalen Spannungskonzentrationen (Abb. 2), die in den genormten Modellen unberücksichtigt bleiben.

Facts:

- Initiative: VIF 2014
- Kurztitel: „Österreichischer Beton Benchmark“
- Kurztitel in englisch: „Austrian Concrete Benchmark“
- Laufzeit: 10/2015 - 02/2018
- Laufzeit in Monaten: 29
- Forschungskonsortium: IMWS - TU Wien (B. Pichler, E. Binder, M. Ausweger), IKI - BOKU (R. Wan-Wendner, L.-M. Czernuschka), Smart Minerals GmbH (M. Peyerl, G. Maier), Vill ZT GmbH (M. Vill)
- Projektart: EE
- 8 Arbeitspakete
- 4 Meilensteine
- Gesamtkosten netto: € 199.979
- Ziele: laut Vorgaben alle erreicht
- Ergebnisse: Verbesserte Bemessungsformeln, Planungsempfehlungen

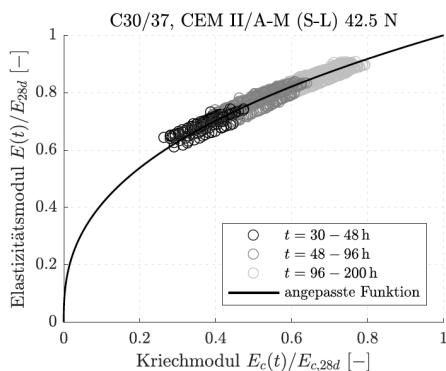


ABB 1. Gemessener Zusammenhang zwischen Elastizitätsmodul und Kriechmodul sowie Verlauf der entwickelten Korrelationsfunktion

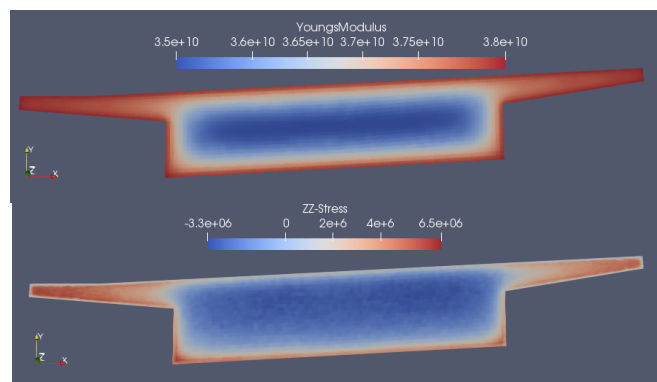


ABB 2. Verteilung des E-Moduls und der Zwangsspannungen zufolge Schwindens in einem typischen Brückenquerschnitt, 10 Jahre nach dessen Herstellung, bei elastischer Berechnung

Kurzzusammenfassung

Problem

Moderne Betone zeigen ein komplexeres Abbindeverhalten als ihre portlandzementbasierten Vorgänger. Daher sind die in den geltenden Normen enthaltenen Bemessungsformeln kritisch zu hinterfragen und erforderlichenfalls zu verbessern.

Gewählte Methodik

Literaturstudien, Datenrecherchen, standardisierte und innovative Materialversuche, Korrelationsanalysen, Strukturversuche, numerische Simulationen, Vergleichsrechnungen

Ergebnisse

Verbesserte bzw. neue Bemessungsformeln zur Berechnung der Frühzeitentwicklungen der Festigkeit, Steifigkeit und der Kriechenschaften von Betonen. Anwendungsgrenzen für einfache Stabmodelle und Fehlerabschätzung betreffend normenkonforme Kriech- und Schwindmodelle. Empfehlungen zur Berücksichtigung der Forschungsergebnisse in Planung, Ausschreibung und Ausführung.

Schlussfolgerungen

Die zahlreichen Material- und Strukturtests zeigen in Kombination mit thermo-chemo-mechanischen Multiphysiksimulationen die Aussagekraft und die Treffsicherheit der in den gültigen Normen angegebenen Betonmodelle auf.

English Abstract

Popular Austrian concretes were characterized using standard and innovative test methods. Formulas of Eurocode 2, used for quantification of the early-age evolutions of the compressive strength and Young's modulus, were assessed and improved. Similar formulas were developed for the early-age evolution of the creep properties. It was shown that the early-age development of the creep resistance is much slower than those of the stiffness and the strength. Experiments on massive concrete prisms and material tests under variable temperature underlined that increased curing temperature leads to higher early-age strength and stiffness, but to lower final strength and stiffness. Multiphysics simulations, based on modern thermo-chemo-mechanical concrete models, were used to convey these findings to the scale of massive concrete structures. Because of the spatially varying curing temperatures, the mechanical properties evolve faster in the interior of the structures, compared to the evolutions in near-surface domains. Locally different thicknesses result in spatially variable shrinkage strains and, thus, in local stress concentrations that are disregarded in the current code-based models.

Impressum:

Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie

DI Dr. Johann Horvatits
Abt. IV/ST 2 Technik und
Verkehrssicherheit
johann.horvatits@bmvit.gv.at

DI (FH) Andreas Blust
Abt. III/14 Mobilitäts- und
Verkehrstechnologien
andreas.blust@bmvit.gv.at
www.bmvit.gv.at

ÖBB-Infrastruktur AG

DI Andreas Schön
Streckenmanagement und
Anlagenentwicklung
Stab LCM und Innovationen
andreas.schoen2@oebb.at

DI Alfred Hüngsberg
Streckenmanagement und
Anlagenentwicklung
Fachbereich Bautechnik
Konstruktiver Ingenieurbau
alfred.huengsberg@oebb.at
www.oebb.at

ASFINAG

DI Eva Hackl
Manager International Relations
und Innovation
eva.hackl@asfinag.at

DI (FH) René Moser
Leiter Strategie, Internationales
und Innovation
rene.moser@asfinag.at
www.asfinag.at

Österreichische Forschungs-för- derungsgesellschaft mbH

DI Dr. Christian Pecharda
Programmleitung Mobilität
Sensengasse 1, 1090 Wien
christian.pecharda@ffg.at
www.ffg.at

März, 2018