

Controls S.R.L., 20063 Cernusco s/N. (MI), Italien

Prüfung von runden Betonplatten (RDP)

Zuverlässige und einheitliche Methoden für die Charakterisierung von faserverstärktem Beton und faserverstärktem Spritzbeton sind heutzutage Standard. Runde, statisch bestimmt gelagerte Platten (engl. RDP, Round Determinate Panel) werden durch Mittelpunktsbelastung mit festgelegter weggeregelter Belastungsrate und Messung des Kraftwiderstands als Funktion der Verformung geprüft.

Die Bauindustrie hat in den letzten 20 Jahren bedeutende Fortschritte gemacht. Die Entwicklung von neuen Technologien schreitet in der Materialwissenschaft sehr schnell voran. Fortschrittliches Gebäudedesign und Bautechnologie erlauben den Baustatikern Beton bis zu seinen Grenzen weiterzuentwickeln, um Designvorstellungen zu verwirklichen. Die Weltbühne präsentiert immer mehr neue Betonbauwerke mit hohem Anspruchswert. Die eindrucksvollen hohen schmalen Betontürme vor allem im Nahen Osten beschleunigen den Fortschritt im Bauwesen auch für den Rest der Welt. Hochfester Beton (HSC) und hochleistungsfähiger Beton (HPC) bekommen immer mehr Anerkennung in der heutigen Bauindustrie und sind sehr gut für einen weiteren Anstieg in der Zukunft positioniert. Sie werden weiterhin einen wichtigen Beitrag zu der verbesserten Qualität und Effizienz im Aufbau der Infrastruktur und der Gesellschaft im nächsten Jahrhundert leisten.

Biegezugfestigkeitsprüfung an Balken aus faserverstärktem Beton (FRC)

Die Flexibilität von FRC Balken wird mit einem Standardprüfverfahren ermittelt. Der Test erlaubt die Berechnung der Flexibilitätseigenschaften anhand von Festigkeitsparametern, die bei der Prüfung von FRC Balken ermittelt werden, z. B. als Fläche unter der Last-Verformungskurve, die bei der 3- oder 4-Punkt-Prüfung erhalten wird. Die Prüfkraft liefert Informationen für die Energieabsorptionsfähigkeit des Probekörpers und ihr Wert ist direkt von den geometrischen Gegebenheiten des Probekörpers und dem Kraftbelastungssystem abhängig. Die Flexibilität kann durch die Last-Verformungskurve, wie in der ASTM C1018/C1609 beschrieben, bestimmt werden, oder in Hinblick auf Last vs. Rissbreitenwachstum (CMOD) gemäß EN 14651. Im ersten Fall wird die Fläche unter der Last-Verformungskurve für verschiedene Werte der Entstehung des ersten Risses berechnet,

im zweiten Fall wird die restliche Biegezugfestigkeit aus der Rissbreitenvergrößerung berechnet.

Einaxialer Belastungstest für faserverstärkte Betonfertigteile

Aktuelle Forschungen [7] an Balken und runden Platten mit den gleichen mechanischen Eigenschaften und Fasergehalten haben gezeigt, dass der hohe Streubereich, den man bei Balkenprüfungen festgestellt hat, vor allem durch die kleine Geometrie und den geringen Rissbereich bedingt ist, die nicht repräsentativ für das Verhalten des Gesamtbauteils sind. Reale Strukturen sind durch eine hohe statisch unbestimmte Lagerung charakterisiert, in der Spannungsverteilungen größere Bruchbereiche entstehen lassen. Probekörper mit größeren Bruchbereichen werden benötigt, um realistischere Werte für faserverstärktes Material zu erhalten. Dafür werden größere Balken oder andere Proben wie Platten benötigt, bei denen sich eine Spannungsumverteilung entwickeln kann. Mit der zentralen Belastung auf quadratische oder runde Platten kann die Energieabsorption über die Last-Verformungskurve berechnet werden. Im allgemeinen ist die Durchbiegung bei quadratischen und runden Proben ca. 1/20stel der vertikalen Höhe, damit große Rissbreiten verursacht werden.

Bei dem Biegezugtest an quadratischen Proben (z. B. EN 14488-5, UNI 10834) werden die Proben auf einem festen Rahmen gelagert und durch einen quadratischen Stahlblock mit einer geregelten Wegbelastung geprüft.

Zunehmend wird eine runde Plattenprobe wie in ASTM C1550 aufgeführt verwendet. Die Probe ist auf drei Stahlkugeln gelagert und damit statisch bestimmt. Die Risscharakteristik ist vorhersehbar und die Eigenschaften des Materials nach den ersten Rissen kann besser vorausgesagt werden.

Die Gleichmäßigkeit der Bruchart, die durch die symmetrische Lagerung erzeugt wird, wirkt sich in einer geringeren Variation bzgl. der Energieabsorption aus, was zu einem einheitlicheren Wert für die zentrale Durchbiegung führt [5].



Abb. 1: Model 50-C1601/FR 300kN, hochsteifer Prüfrahmen für eine Testkonfiguration gemäß ASTM C1550

Die Leistungsfähigkeit der Probe wird durch die Energieabsorption im Nachbruchbereich zwischen ausgewählten Werten für die zentrale Verformung quantifiziert.

Die Verwendung von runden Platten eliminiert ebenfalls das Sägen der Proben, dass bei Spritzbetonproben zur Erzeugung von Balkenkörpern notwendig ist. Die Nennstärke der Platten beträgt 70 mm und der Durchmesser 800 mm. Die Dicke hat erfahrungsgemäß großen Einfluss auf die Eigenschaftsprüfung der Platte, deutlich mehr als der Durchmesser, der nur geringen Einfluss zeigt [5]. Das große Gewicht der runden Platten ist auf der Baustelle kein Problem, da dort oft entsprechendes Hebe- und Transportgerät vorhanden ist. Betrachtet man die überlegene Zuverlässigkeit der Prüfung der runden Platten und die damit verbundene deutliche Reduzierung der Probenanzahl, kommt man zusätzlich zu einer deutlichen Kostenreduzierung für die Qualitätsprüfung von Platten im Verhältnis zu der Prüfung von Balken. Schalungen für runde Platten bestehen typischerweise aus runden, normalen Holzplatten, auf die ein Stahlstreifen genagelt wird, wodurch eine Platte geformt wird. Die Breite des Stahlstreifens wird so gewählt, dass eine Innenhöhe von 75 mm entsteht. Hölzer können an der Basis befestigt werden, um die Proben später besser bewegen zu können, da sie ca. 90 kg wiegen. Wenn die Form gefüllt ist, muss die Oberfläche sorgfältig geglättet werden, um eine gleichmäßige Dicke zu erzeugen, was für die Gleichmäßigkeit der Ergebnisse entscheidend ist. Die Leistungsfähigkeit kann von der endgültigen Dicke und Uniformität der Probe extrem abhängig sein.



Abb. 2: 50-C9842 ADVANTEST 9, hoch empfindliche servohydraulische Steuereinheit

Prüfmaschine für runde, statisch bestimmte gelagerte Platten

Die für die RDP – Prüfung notwendige Prüfmaschine muss servohydraulisch gesteuert sein und mit einem elektronischen “closed-loop” (geschlossenen Regelkreis) versehen sein. Dies ermöglicht eine Regelung der Maschine entweder durch den Kolbenhub oder die Durchbiegung der Probe, um eine gleichmäßige Durchbiegung der Probe während der Prüfung zu gewährleisten, ohne dass der Bediener eingreifen muss. Der Öldruck muss sich immer der jeweiligen Beanspruchungsart anpassen lassen und immer eine gleichmäßige lineare Regelung ohne große Abweichungen gewährleisten. Servoventile werden für diese Ölflusskontrolle verwendet und durch einen ständigen Soll/Ist Abgleich wird die lineare Belastung sichergestellt.

Diese Arbeitsweise erlaubt nicht nur die genaue Kontrolle des Öls, sondern auch die Menge und den jeweiligen Arbeitsdruck, der sich durch Öffnen der Ventile immer wieder ändert. Um die Rückschlagkräfte mit der Empfindlichkeit des geschlossenen Regelkreises abzugleichen, muss das gesamte System deutlich steifer ausgelegt sein und inkl. Prüfraumen, Kraftmessdose, und gesamtem Unterbau deutlich größer sein als 200 kN/mm [2].

Aufgrund der Größe der runden Platten muss der Säulenabstand der Anlage mindestens 900 mm betragen, und es muss leicht sein, die Proben einzubringen.

Die Maschine sollte mit einer Software versehen sein, die Angaben zu Kunden, Bauunternehmer, Mischungsverhältnis und Daten von der Baustelle mit den Prüfergebnissen zusammenführt. Prüfergebnisse werden zu der data base im PC übertragen und dann automatisch in die Ergebnistabellen eingefügt. Der PC, der die data base beinhaltet, kann direkt mit einem Webserver verbunden werden, der separat gespeicherte Ordner für jeden Kunden und Bauunternehmer aufweist, auf die man online zugreifen kann.

Moderne Systeme sichern zuverlässige Resultate im Hinblick auf eine konsistente Charakterisierung des konstruktiven Verhaltens der Probekörper und haben die Möglichkeit mit anderen PC's und Programmen in dem Firmennetzwerk zu kommunizieren. Dies macht die Prüfvorgänge effizienter und zuverlässiger, erhöht die Produktivität und verringert die Kosten. ■

■ Literatur

- [1] EN 14651. Test method for metallic fibered concrete - Measuring the flexural tensile strength (limit of proportionality (LOP), residual), 2005.
- [2] EN 14488-5. Testing sprayed concrete. Determination of energy absorption capacity of fibre reinforced slab specimens, 2006
- [3] ASTM C1018. Standard test method for flexural toughness and first crack strength of fibre-reinforced concrete (using beam with third-point loading), 2005
- [4] ASTM C1609. Standard test method for flexural performance of fibre-reinforced concrete (using beam with third-point loading), 2005.
- [5] ASTM C1550. Standard test method for flexural toughness of fibre-reinforced concrete (using centrally loaded round panel). 2005
- [6] UNI 10834. Sprayed concrete, 1999.
- [7] Minelli F, Plizzari G. Round Panel vs beam tests toward a comprehensive and harmonic characterization of FRC material,
- [8] di Prisco M., Failla C., Polizzari G.A., Toniolo G. Italian guidelines on SRFC, 2004.
- [9] Bernard, E. S., Point load capacity in Round steel Fibre reinforced Concrete Panels. Civil engineering report CE, School of Civil engineering and Environment, University of western Sydney, Nepean, 1998.
- [10] Bernard, E. S., Correlations in the behaviour of Fibre reinforced shotcrete beams and panel specimens. Material and Structures, Vol. 35, 2002.

WEITERE INFORMATIONEN

CONTROLS

Controls S.R.L.
Via Aosta, 6
20063 Cernusco s/N. (MI), Italien
T +39 029 21841
F +39 029 2103333
controls@controls.it
www.controls.it