

KONGRESSUNTERLAGEN PROCEEDINGS

Lösungen für morgen | Solutions for Tomorrow



Concrete Solutions
52. BetonTage
12. – 14. Februar 2008, Neu-Ulm

The article is an extract from the congress documentation on the 52nd BetonTage. More than 2,100 participants from 21 nations met in Neu-Ulm from 12.–14. February 2008 to inform themselves of the structural “solutions for tomorrow.” Nearly 100 speakers in a total of 13 technical panels, in addition to top representatives from the construction industry, research and architecture as well as a trade exhibition with over 140 service providers of the precast industry contributed to Europe’s largest specialized congress of the concrete and precast concrete industry.

The 53rd BetonTage 2009 from 10.–12. February 2009 will once again provide “Concrete Solutions“.

Bei dem Beitrag handelt es sich um einen Auszug aus den Kongressunterlagen der 52. BetonTage. Mehr als 2.100 Teilnehmer aus 21 Nationen kamen vom 12.–14. Februar 2008 nach Neu-Ulm, um sich über die baulichen „Lösungen für morgen“ zu informieren. Nahezu 100 Referenten in insgesamt 13 Fachpodien, dazu Spitzenvertreter aus Bauwirtschaft, Forschung und Architektur sowie eine Fachausstellung mit über 140 Dienstleistern der Branche, dies bietet Europas größter Fachkongress der Beton- und Fertigteilindustrie.

Auch die 53. BetonTage vom 10.–12. Februar 2009 werden wieder „Concrete Solutions“ liefern.

Concrete Solutions 53. BetonTage 10. – 12. Februar 2009, Neu-Ulm

Further information is available from the organizer:

Weitere Informationen dazu erhalten Sie beim Veranstalter:



FBF Betondienst GmbH
Gerhard-Koch-Strasse 2–4
73760 Ostfildern
Tel.: +49 711 32732-300
info@betontage.de
www.betontage.de

Media partner of the BetonTage is the technical journal **BFT INTERNATIONAL** from Bauverlag. Summaries of all presentations made at the BetonTage 2008 are compiled in issue 02/2008, which can be ordered from Bauverlag.

Medienpartner der BetonTage ist die Fachzeitschrift **BFT INTERNATIONAL** Betonwerk + Fertigteil-Technik aus dem Bauverlag. Die Kurzfassungen aller Vorträge der BetonTage 2008 sind in der Ausgabe BFT 02/2008 zusammengestellt, diese kann beim Bauverlag bestellt werden.

Further information is available from the editorial office:

Weitere Informationen sind im Redaktionsbüro erhältlich:



Bauverlag BV GmbH
Redaktion BFT INTERNATIONAL
Avenwedder Straße 55
33311 Gütersloh/Germany
Tel.: +49 5241 80-89364
bft@bauverlag.de
www.bft-online.info

New precast structures made of ultra-high performance concrete – Concepts, implementation, prospects

Neue vorgefertigte Konstruktionen aus ultrahochfestem Beton – Konzepte, praktische Umsetzung, Perspektiven

Autoren



Prof. Dr.-Ing. Nguyen Viet Tue, Universität Leipzig
 tue@massivbau.uni-leipzig.de
 Geb. 1956; 1980–1985 Studium des Bauingenieurwesens an der Hochschule für Verkehrswesen in Hanoi, 1985–1987 an der TU Darmstadt; 1987–1997 Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Massivbau der TU Darmstadt; 1997–2001 Mitarbeiter im Ingenieurbüro König und Heunisch, Frankfurt am Main, 2001–2002 Geschäftsführer der König und Heunisch Planungsgesellschaft in Leipzig. Im Jahr 2003 wurde er zum Professor für Massivbau und Baustofftechnologie an die Universität Leipzig berufen.



Dipl.-Ing. Josef Knitl, Max Bögl Fertigteilewerke, Sengenthal
 jknitl@max-boegl.de
 Geb. 1963; 1984–1988 Studium des Bauingenieurwesens an der TU München; 1989–1994 Bau- und Oberbauleiter bei der Firma Max Bögl; 1995–1996 Konzeption/Projektleitung der multifunktionalen Umlauffertigung der Firma Max Bögl; 1997–2005 Leitung des Max Bögl-Fertigteilwerks in Neumarkt; seit 2006 Gesamtleiter der Werke Neumarkt/MB Mobil und Prokurist bei Max Bögl.

Ultra-high performance concretes (UHPC) represent the state of the art in concrete technology. Compared to conventional normal concrete, the very densely textured UHPC has compressive strengths from approx. 150 to 240 N/mm², similar to steel, and significantly improved durability characteristics. Fiber additives ensure the degree of ductility required for practical application in construction. Also, the fibers make it possible to modify, in a targeted fashion, both tensile and flexural tensile strengths of the material within a certain range. When considering the material characteristics of UHPC, however, its considerable cost also needs to be taken into account, which is more than ten times higher than the cost of normal concrete. For this reason, UHPC cannot be adequately used as a commodity building material in conventional reinforced concrete structures.

Therefore, the types and methods of design and construction need to be adjusted to the properties of the material in order to use UHPC appropriately. Such design and construction options should fully utilize the material's potential in combination with suitable precast and erection methods to conceive attractive products able to compete with long-established structures using solid, steel and composite steel construction. Especially with a view to foreseeable market trends for steel products, this sector will open up commercially attractive opportunities to use UHPC. From a structural point of view, latticeworks or frameworks are well-suited to benefit from the advantage of the high compressive strength provided by UHPC as the structural members are mainly subjected to perpendicular loads. For this reason, frameworks offer excellent opportunities to use UHPC due to the very good bulk density/strength ratio f_c/ρ . The application of UHPC makes it possible to significantly reduce the sections of both compression members and prestressed tension members. In addition, in frameworks, the downsizing of sections has a less significant effect on the serviceability of the structure,

Ultrahochfeste Betone (UHFB) stellen den aktuellen Entwicklungsstand auf dem Gebiet der Betontechnologie dar. Gegenüber herkömmlichem Normalbeton zeichnet sich der sehr gefügedichte UHFB durch eine stahlähnliche Druckfestigkeit von etwa 150 bis 240 N/mm² sowie wesentlich verbesserte Dauerhaftigkeitseigenschaften aus. Durch Faserzusätze lassen sich die für die baupraktische Anwendung erforderliche Duktilität sicherstellen und darüber hinaus die Zug- und Biegezugfestigkeit des Materials innerhalb einer bestimmten Bandbreite gezielt steuern. Bei der Betrachtung der Materialcharakteristik sind aber auch die hohen Materialkosten zu berücksichtigen, die mehr als das zehnfache der Kosten von Normalbeton betragen. Deshalb eröffnet sich für UHFB als Massivbaustoff in herkömmlichen Konstruktionen des Stahlbetonbaus kein adäquates Anwendungsfeld.

Für einen sinnvollen Einsatz von UHFB sind werkstoffgerechte Konstruktionsformen zu konzipieren, mit denen sich durch die effiziente Umsetzung des Materialpotenzials in Kombination mit geeigneten Vorfertigungs- und Montageverfahren attraktive Konkurrenzprodukte zu etablierten Konstruktionen des Massiv-, Stahl- und Stahlverbundbaus ergeben. Dabei entstehen insbesondere aufgrund der absehbaren Marktentwicklung bei den Stahlerzeugnissen auf diesem Sektor wirtschaftlich interessante Anwendungsmöglichkeiten. Aus statischer Sicht sind Fachwerke geeignete Konstruktionen, um die hohe Druckfestigkeit des UHFB vorteilhaft auszunutzen, da in den Konstruktionselementen überwiegend Normalkraftbeanspruchungen auftreten. Deshalb bieten Fachwerkstrukturen für UHFB wegen des sehr guten Rohdichte-Festigkeits-Verhältnisses f_c/ρ ausgezeichnete Anwendungsmöglichkeiten. Der Einsatz von UHFB ermöglicht es, die Querschnittsabmessungen sowohl der Druckstäbe als auch der vorgespannten Zugstäbe signifikant zu reduzieren. Darüber hinaus wirkt sich bei Fachwerken die Verkleinerung der Querschnittsabmessungen weniger stark auf die Gebrauchstauglichkeit des Tragwerks, z. B. die Durchbiegungen, aus, als das bei auf Biegung beanspruchten Konstruktionen der Fall ist.

Nachteil herkömmlicher Fachwerkstrukturen aus Beton sind der hohe Schalungsaufwand und die oft komplizierte konstruktive Ausbildung der monolithischen Knotenpunkte, die eine wirtschaftliche Anwendung erschweren. Weiterhin bereiten Transport und Montage der Fachwerkbinder aufgrund der großen Länge und des hohen Gewichts Probleme.

Mit der an der Universität Leipzig in Zusammenarbeit mit der Firma Max Bögl entwickelten modularen Fachwerkstrukturen aus UHFB lassen sich diese Nachteile vermeiden. Die Fachwerkstruktur besteht aus Gurten, Diagonalen und Pfosten sowie speziellen Verbindungselementen. Die Fachwerkstäbe sind nicht monolithisch miteinander verbunden, sondern werden mit Hilfe der Verbindungselemente und Zugelemente

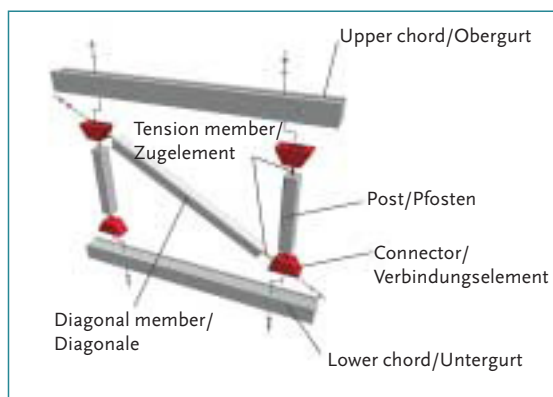


Fig. 1 Design of the modular framework.

Abb. 1 Aufbau der modularen Fachwerkstruktur.

e.g. on its deflection, when compared to structures subjected to bending.

The disadvantages associated with conventional concrete frameworks include the high amount of formwork needed and the – often very complex – design of the monolithic nodes, which makes cost-efficient application more difficult. In addition, both transport and assembly of the trusses pose problems due to their great lengths and heavy weights.

The modular UHPC framework designs developed at the University of Leipzig in collaboration with Max Bögl avoid these disadvantages. The framework includes the chords, diagonal members and studs, as well as specially designed connectors. The framework members are not monolithically connected but braced with each other by means of the connectors and tension members (Fig. 1). The framework can be assembled either at the precast plant or on the construction site. This ensures a high degree of flexibility in terms of transport and assembly. In addition, the connectors serve to adjust the diagonal angle to the specific end conditions. This approach makes it possible to prefabricate chords, studs and diagonal members at low cost and in larger numbers and various lengths. Using a saw, the truss bars are cut to the required length. The connectors enable the transfer of compressive, tensile and shear forces between the bars. The contact joint is designed as a dry joint, which has a favorable effect on assembly. At the University of Leipzig, the structural behavior of the steel-fiber reinforced UHPC connector has already been successfully analyzed and tested in experiments. This series of tests included designs with and without steel reinforcement (Fig. 2). If the connector is designed without reinforcement, the achievable load-bearing capacity strongly depends on the distribution and orientation of the fibers, which, in turn, is significantly influenced by the manufacturing technology used. For the intended practical application of the framework in construction, the steel-reinforced connector is to be used as this element can achieve the required load-bearing capacity without any larger variances. In addition, a favorable behavior in the event of failure is ensured.

Further element tests are planned in order to evaluate the system's structural behavior using a larger truss. The framework structure developed does not only enable a high degree of utilization of the strength provided by the UHPC – it also offers commercial benefits. Compared to a steel framework providing an identical load-bearing capacity, the manufacturing cost of the UHPC framework is currently 40 to 50% lower. In addition, the excellent durability of the material leads to a reduction in maintenance cost while extending the useful life of the structure. Since the framework can be dismantled using a non-destructive method, most of its elements can be reused to erect a new framework after dismantling. As a result, the framework structure developed will also meet the sustainability requirements to be imposed on building construction in future.

Fig. 2 Results of tensile test of connector (diagonal angle of 45°).
Abb. 2 Versuchsergebnisse Zugversuch Verbindungselement (Diagonalenwinkel 45°).

miteinander verspannt (Abb. 1). Der Zusammenbau kann im Werk oder auf der Baustelle erfolgen. Dadurch ist eine hohe Flexibilität beim Transport und bei der Montage gegeben. Weiterhin dient das Verbindungselement zur Anpassung der Diagonalneigung an die jeweiligen Randbedingungen. Dadurch können die Gurte, Pfosten und Diagonalen in größeren Stückzahlen und Längen kostengünstig vorgefertigt werden. Mit Hilfe einer Säge werden die Fachwerkstäbe auf die jeweils benötigte Länge zugeschnitten. Das Verbindungselement ermöglicht die Übertragung von Druck-, Zug- und Schubkräften zwischen den Fachwerkstäben. Die Kontaktfuge wird dabei montagefreundlich als trockene Fuge ausgeführt. Das Tragverhalten des Verbindungselements aus stahlfaserverstärktem UHFB wurde an der Universität Leipzig bereits erfolgreich theoretisch und experimentell untersucht. Dabei wurden Ausführungsvarianten mit und ohne Betonstahlbewehrung getestet (Abb. 2). Wird das Verbindungselement ohne Bewehrung ausgeführt, ist die erreichbare Traglast stark von der Faserverteilung und -orientierung abhängig, die maßgeblich von der Herstellungstechnologie beeinflusst wird. Für den geplanten baupraktischen Einsatz des Fachwerks soll das mit Betonstahl verstärkte Verbindungselement verwendet werden, da hiermit die erforderliche Tragfähigkeit ohne größere Streuungen sichergestellt werden kann. Gleichzeitig wird ein gutmütiger Versagensablauf gewährleistet.

Weitere Bauteilversuche sind geplant, um das Systemtragverhalten an einem größeren Fachwerkbinder zu evaluieren. Die entwickelte Fachwerkstruktur ermöglicht nicht nur eine hohe Ausnutzung der Materialfestigkeit von UHFB, sondern bietet gleichzeitig wirtschaftliche Vorteile. Im Vergleich zu einem Stahlfachwerk identischer Tragfähigkeit sind die Herstellungskosten des UHFB-Fachwerks zurzeit um etwa 40 bis 50 % geringer. Weiterhin werden infolge der hervorragenden Materialdauerhaftigkeit die Unterhaltungskosten gesenkt und die Nutzungsdauer verlängert. Weil die Fachwerkstruktur zerstörungsfrei demontierbar ist, können nach dem Rückbau die meisten Elemente zum Bau eines neuen Fachwerks wieder verwendet werden. Die entwickelte Fachwerkstruktur wird somit auch den Anforderungen an die Nachhaltigkeit gerecht, die in Zukunft an Baukonstruktionen gestellt werden müssen.



Dipl.-Ing. Stefan Henze,
Universität Leipzig
henze@massivbau.uni-leipzig.de

Geb. 1977; 1997–2001 Studium des Bauingenieurwesens an der Hochschule Magdeburg/Stendal und von 2002–2005 an der TU Dresden; 2001–2002 war er Mitarbeiter und 2002–2005 freier Mitarbeiter im Ingenieurbüro Setzpfand + Lindschulte in Magdeburg; seit 2005 ist er als Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Massivbau und Baustofftechnologie der Universität Leipzig tätig.



Dipl.-Ing. (FH)/IWE Stefan Bögl, Max Bögl Fertigteilewerke, Sengenthal
sboegl@max-boegl.de

Geb. 1975; Maschinenbauingenieurstudium an der FH Regensburg; seit 1999 ist er bei der Max Bögl Bauunternehmung tätig und leitet seit 2003 als Mitglied der erweiterten Geschäftsleitung den Bereich Forschung und Entwicklung.

