

BRUGG

CONTEC

Strong fibers.



bau || || verlag

Wir geben Ideen Raum

Sonderdruck / Preprint

Bikomponente Makro-Kunststoff-fasern für Kraftwerkstunnel

Bicomponent Synthetic Macro Fibres for Power Plant Tunnel

Kraftwerkstunnel in Costa Rica
Power plant tunnel in Costa Rica



Costa Rica

Bikomponente Makro-Kunststofffasern für Kraftwerkstunnel

Schon seit Jahren und Jahrzehnten wird stahlfaserbewehrter Spritzbeton im Tunnelbau erfolgreich eingesetzt. Die Problematik bei der Verwendung von Stahlfasern wie z.B. aufwändiges Handling aufgrund des hohen Gewichts, Igelbildung beim Mischen, großer Rückprall beim Spritzen, der Verschleiß an Schläuchen und Düsen, aber auch das Korrodieren und die erhöhte Verletzungsgefahr durch aufstehende Fasern wurden mangels Alternativen in Kauf genommen. Bei einem 6,6 km langen Kraftwerkstunnel in Costa Rica wurden nun erstmals bikomponente Kunst-

stofffasern zur Sicherung eingesetzt (Bild 1+2).

In Costa Rica hatte das ICE (Instituto Costarricense de Electricidad) lange Zeit auf Stahlfasern gesetzt, wie Ing. William Aguilar bestätigt: „Wir verwendeten Stahlfasern in anderen Projekten, aber sie verursachten einige Probleme mit „Faserbällen“, die die Maschinen verstopften und so den Bauprozess verzögerten.“ Er ging deshalb bereits vor einiger Zeit zur Verwendung von Kunststofffasern über, die aber ebenfalls im Handling Schwierigkeiten verursachten. „Ich persönlich habe schon

Costa Rica

Bicomponent Synthetic Macro Fibres for Power Plant Tunnel

For years if not for decades steel fibre reinforced shotcrete has been applied in tunnelling with success. The various problems associated with steel fibres such as e.g. complicated handling owing to the high weight, balling during the mixing process, major rebound when spraying, wear affecting hoses and nozzles as well as corrosion and the increased danger of injury caused by projecting fibres were accepted due to a lack of alternatives. Bicomponent synthetic fibres have now been used for the first time for supporting purposes for a 6.6 km long power plant tunnel in Costa Rica (Figs. 1+2).

In Costa Rica, the ICE (Instituto Costarricense de Electricidad) had for long relied on steel fibres, as Ing. William Aguilar confirms: "We used steel fibres in other projects but they caused a number of problems owing to "fibre balling", which clogged the machines thus delaying up the construction process". As a result some time ago he decided to switch to plastic fibres, which however also caused difficulties during handling. "I personally used other synthetic fibres (N.B.: other than Concrix) in another tunnel project, from a different manufacturer. These fibres improved our perfor-

andere synthetische Fasern in einem anderen Tunnelprojekt verwendet, von einem anderen Hersteller“, so Aguilar weiter. „Diese Fasern hatten unsere Performance im Vergleich zu Stahlfasern verbessert, obwohl sie immer noch „Faserbälle“ verursachten.“

Bikomponente, hochfeste Makrofaser als Lösung

Der Ingenieur entschied sich daher nach umfangreichen Abklärungen und Tests letztendlich für den Einsatz der neuen, bikomponenten Makrofaser „Concrix“. Die synthetische Hochleistungsfaser wurde in der Schweiz entwickelt und verbindet die Vorteile der Stahlfasern, nämlich das hohe Arbeitsvermögen, mit denen von Kunststofffasern wie z.B. die Korrosionsbeständigkeit. Das Geheimnis der Makrofaser liegt in deren einzigartigem, bikomponentem Faseraufbau, der Erhöhung des Kristallinitätsgrades bzw. des E-Moduls und dem Einbau von speziellen Additiven (Bild 3). Zusätzlich wurde die Oberfläche strukturiert, was eine weitere Verbesserung des



Innenansicht des Tunnels
Interior view of tunnel

Verbundes mit dem Beton zur Folge hatte und so ein hohes Arbeitsvermögen garantiert.

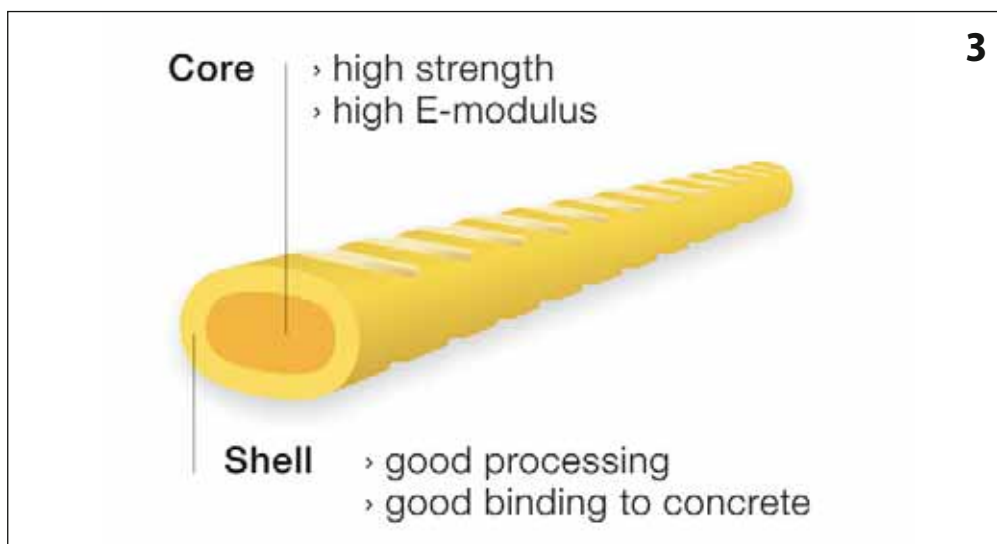
Auch das bei herkömmlichen Kunststofffasern zu beobachtende Problem des Kriechens konnte mit der Makrofaser eliminiert werden. Unter Kriechen versteht man eine

mance compared to steel fibres although they still caused fibre balling.

Bicomponent, high-strength Macro Fibre Concrix as Solution

Ing. Aguilar thus finally decided after extensive decision-making

processes and tests in favour of the new, bicomponent macro fibre “Concrix”. This synthetic high-strength fibre was developed in Switzerland and combines all the advantages of steel fibres, primarily the high strength – with those of plastic fibres such as e.g. corrosion resistance. Concrix’s secret can be attributed to its unique, bicomponent fibre structure, the enhancement of the degree of crystallinity or the E-module and the inclusion of special additives (Fig. 3). Furthermore the surface is structured, resulting in an even better bond with the concrete thus ensuring unparalleled working strength. The problem of creeping that can be observed in conjunction with conventional plastic fibres was eliminated in the case of Concrix. Creeping is interpreted as a time-related deformation brought on through a constantly acting force. This becomes

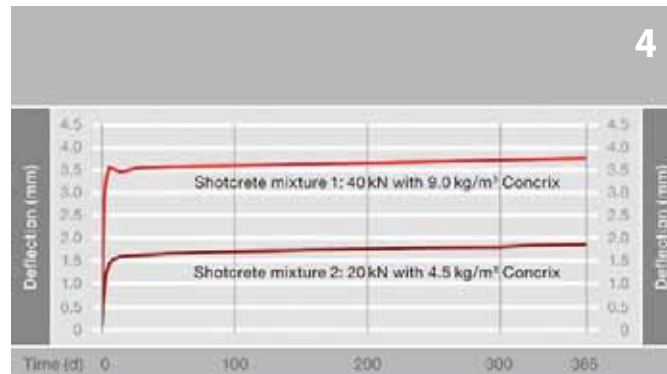


Aufbau der Kunststofffaser Concrix
Plastic fibre Concrix set-up

zeitabhängige Verformung bei einer dauernd wirkenden Kraft. Dies wird im gerissenen Zustand von faserverstärktem Beton relevant, da dann die Fasern permanent beansprucht werden.

Tests zu Leistungsfähigkeit und Kriechverhalten


Die umfassenden Tests, durchgeführt von der EMPA Schweiz, veranschaulichen eindrücklich, dass diese neuartige Faserstruktur hält, was sie verspricht. Nach EFNARC erreicht die Concrifasern bei Verwendung von nur 4,5 kg pro Kubikmeter Beton Werte von über 1100 Joule bei einer Verformung von 25 mm. Dieses Leistungsvermögen wurde mittlerweile bei etlichen weiteren, nach EFNARC-Regeln durchgeführten Spritzbetontests in Tunneln und Minen in der Praxis bestätigt. Und was das Kriechen betrifft, zeigen die oberflächlich strukturierten bicomponenten Concrifasern unter Dauerlast eine sehr minimale, absolut unkritische Zunahme der Rißweiten in vorgebrochenen Testkörpern



Kriechverhalten der Kunststofffaser
Creeping behaviour of the plastic fibres

(Bild 4). Der Test der EMPA läuft übrigens mittlerweile bereits seit mehr als 700 Tagen.

Im Labor entwickelt, in der Praxis bewährt

Seit Einführung der Concrifasern wurden bereits etliche Projekte realisiert, allesamt zur vollen Zufriedenheit von Kunden und Baufirmen. Denn die Verarbeitung ist denkbar einfach, das Einmischen im Beton dank der Lieferung in Faserbündeln (Bild 5) absolut homogen und die Vorteile wie Schonung der Maschinen, Beständigkeit gegen aggressive Bergwässer, Korrosionsbeständigkeit etc. liegen auf der Hand. 

relevant when fibre-reinforced concrete is in a cracked state – as then the fibres are permanently under stress.


Tests relating to the Performance and Creeping Behaviour

Extensive tests, carried out by the EMPA Schweiz, an internationally renowned research facility, impressively reveal that this novel fibre structure lives up its promise. According to EFNARC, the Concrifibre attains values in excess of 1,100 joules given a deformation of 25 mm using only 4.5 kg per m³ of concrete. This performance has in the meantime been confirmed in practice

through further shotcrete tests undertaken in tunnels and mines in keeping with EFNARC regulations. And as far as creeping is concerned, surface structured bicomponent Concrifibres under permanent load reveal only a very minimal, absolutely non-critical increase in crack widths in pre-broken test pieces (Fig. 4). The EMPA test incidentally has now been running for more than 700 days.

Developed in the Lab, proved in Practice

Various projects have been executed to the full satisfaction of both clients and contractors since the introduction of Concrifibres. After all, processing is most straightforward. The fibres are supplied in bundles making it easy for them to be mixed properly with the cement and the advantages for the machines, resistance against aggressive underground water, corrosion resistance etc. are evident.

Further details are readily available from the technical service department of Brugg Contec AG, the manufacturer of Concrif. 

Kunststofffaser in Bündeln
Plastic fibres in bundles



5

BRUGG CONTEC
Strong fibers.

Brugg Contec AG
Aachstrasse 11
CH-8590 Romanshorn
T +41 71 466 12 12
F +41 71 466 12 10
info@bruggcontec.com
www.bruggcontec.com