



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) **CH** **720 510 A2**

(51) Int. Cl.: **C04B 14/38** (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) **PATENTANMELDUNG**

(21) Anmeldenummer: 000145/2023

(71) Anmelder:
Contec Holding AG, Reichenauerstrasse 1
7013 Domat/Ems (CH)

(22) Anmeldedatum: 16.02.2023

(72) Erfinder:
Alistair Douglas Mclean, 7013 Domat /Ems (CH)
Christlorenz Bundi, 7408 Cazis (CH)

(43) Anmeldung veröffentlicht: 30.08.2024

(74) Vertreter:
Luchs & Partner AG Patentanwälte, Schulhausstrasse 12
8002 Zürich (CH)

(54) **Kunststoff-Faser für den Einsatz in zementgebundenen Baustoffen, insbesondere Beton**

(57) Die Erfindung betrifft eine Kunststoff-Faser für den Einsatz in zementgebundenen Baustoffen, insbesondere Beton, die aus einer polyolefinen Faser hergestellt ist, die um den Faktor grösser als 3 gereckt ist und einen mittleren Durchmesser von 0,15 bis 0,8 mm mit einer Schnittlänge von 6 bis 25 mm entsprechend annähernd 160 bis 4'600 dtex (Decitex = Gramm pro 10'000 Laufmeter) aufweist, wobei die Kunststoff-Faser ausschliesslich für die Herstellung von Ultra-Hochfestem-Beton (UHFB) mit Grösstkorndurchmesser insbesondere höchstens von 8 mm und einer minimalen Druckfestigkeit von 120 MPa einsetzbar ist. Mit dieser Vermischung von diesen einfach herstellbaren Kunststoff-Fasern in Ultra-Hochleistungs-Beton (UHFB) resultiert eine Erhöhung der Festigkeitswerte der aus diesen gefertigten Erzeugnissen.

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Kunststoff-Faser für den Einsatz in zementgebundenen Baustoffen, insbesondere Beton, bestehend aus unterschiedlichen reinen, gereckten Fasern aus Polymeren oder Polymermischungen mit einem mittleren Durchmesser von grösser als 0,15 mm, entsprechend vorzugsweise grösser als 160 dtex.

[0002] Es ist bekannt, Kunststoff-Fasern nach der eingangs erwähnten Gattung anstelle von üblicherweise verwendeten Stahlarmierungen in Beton einzusetzen, weil sie mit sehr guten Eigenschaften hinsichtlich einerseits einer relativ hohen Zugfestigkeit und andererseits eine hohe Verbundfestigkeit mit dem Beton bewirken.

[0003] In der Druckschrift EP 1 929 099 B1 ist eine solche Kunststoff-Faser für den Einsatz in Beton mit Grösstkorndurchmessern von mehr als 4 mm geoffenbart. Sie besteht aus Bikomponenten-Fasern mit einem mittleren Durchmesser von 0,15 bis 2 mm entsprechend ca. 160 bis 7'150 dtex (Decitex = Gramm pro 10'000 Laufmeter), die einen zentralen Kern und einen diesen umhüllenden Mantel bilden und um den Faktor 5 bis 15 gereckt sind. Die Bikomponentenfasern sind mit einer durchgehend oder unterbrochen strukturierten oder gerillten Oberfläche aufgeprägt, wobei die Tiefe der Strukturierung mehr als 10% des mittleren Faserdurchmessers und die Maximalabstände der Strukturspitzen innerhalb angebrachter Strukturen in axialer Richtung im Bereich zwischen 0,5 mm und 3 mm betragen soll.

[0004] Aus der Druckschrift EP 1 350 773 sind mehrschichtige thermoplastische Kunststofffasern für die Verstärkung von Beton bekannt geworden. Die Polymere der verschiedenen Schichten weisen unterschiedliche Schmelzpunkte auf. Das Polymer mit dem tieferen Schmelzpunkt liegt im Kern, jenes mit dem höheren im Mantel, wobei der Unterschied 10°C bis 20°C betragen soll. Diese Massnahme soll für die Reckung nach Erwärmung in einem Spezialofen dienen, indem mit der Erwärmung der äusseren Schicht die innere ebenfalls hinreichend erwärmt wird, sodass eine Reckung um den Faktor 3 bis 12 möglich wird. Durch das Recken werden die Kunststoffmoleküle längsorientiert. Dadurch wird erst die Festigkeit im Kunststoff erzielt. Zur Erhöhung der Haftkraft im Beton werden diese Kunststofffasern vor dem Recken auf ihrer Aussenseite mit Strukturen versehen. Im Einzelnen werden diese Filamente so hergestellt, dass zunächst mittels einer Koextrusion eine zwei- oder mehrlagige Folie hergestellt wird. Hernach wird diese Folie mittels Kalanders mit einer Prägung versehen. Anschliessend wird die Folie in schmale Bändchen geschnitten. Am Schluss werden die flächigen Bändchen noch gereckt, wodurch die Noppen bzw. Dünn- und Dickstellen effektiv entstehen.

[0005] Mit derartigen Kunststoff-Fasern können die mechanischen Eigenschaften von normalen und hochfesten Betonen verbessert werden, indem sie eine homogene Molekularstruktur sowie dichtere Prägungen auf Ihrer Oberfläche aufweisen. Durch die Aufteilung in einem Kern und einem Mantel werden auch ihre Eigenschaften einerseits hinsichtlich der Verarbeitbarkeit und Verbundfestigkeit zwischen Faser und Beton, des Steifheitsgrads, der Dimensionsstabilität und der Abriebfestigkeit, sowie andererseits hinsichtlich einer hohen Zugfestigkeit und einer kleinen Bruchdehnung optimiert. Diese Eigenschaften der bekannten Kunststofffasern beschränken sich ausdrücklich auf deren Einsatz mit normalem oder hochfestem Beton.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, Kunststoff-Fasern zu schaffen, die einfach und kostengünstig herstellbar und derart beschaffen sind, dass sie in Kombination mit dem zu verwendenden Beton Festigkeitswerte erreichen, die im Vergleich zu normalem oder hochfestem Beton mit oder ohne Bewehrung deutlich höher sind.

[0007] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass die Kunststoff-Fasern aus polyolefinen Fasern hergestellt sind, die um den Faktor grösser als 3 gereckt sind, wobei sie mit einem mittleren Durchmesser von 0,15 bis 0,8 mm mit einer Schnittlänge von 6 bis 25 mm entsprechend annähernd 160 bis 4'600 dtex dimensioniert sind, und wobei die Kunststoff-Fasern ausschliesslich in Ultra-Hochleistungs-Beton (UHFB) mit Grösstkorndurchmessern von 8 mm und einer minimalen Druckfestigkeit von 120 MPa eingesetzt werden.

[0008] Die Kunststoff-Fasern weisen Vorteile gegenüber Stahlfasern auf, indem die Verletzungsgefahren, die bei den spitzen, dünnen Stahlfasern bestehen, welche bei der Verarbeitung und im Endprodukt bestehen, vermieden werden können. Im weiteren sind die Kunststoff-Fasern chemisch beständig und nicht mit einem Korrosionsabbau behaftet.

[0009] Durch eine hochdosierte Zugabe dieser erfindungsgemässen Kunststoff-Fasern erhalten die Ultra-Hochfesten-Betone (UHFB) ein duktileres Verhalten und damit ein grosses Verformungsvermögen sowie eine hohe Abrieb- und Nachrissfestigkeit. Sie lassen zudem weder Wasser noch Chloride durchdringen, noch erzeugen sie einen Dampfdruck im vermischten ausgetrockneten Zustand.

[0010] Es ist hat sich herausgestellt, dass sich mit dieser Vermischung von diesen einfach herstellbaren Kunststoff-Fasern in Ultra-Hochleistungs-Betone (UHFB) nachweisbar eine sehr überraschende Erhöhung der Festigkeitswerte der aus diesen gefertigten Erzeugnissen ergeben, bei denen es sich um verschiedenartige Anwendungen insbesondere im Bauwesen handelt, wie zum Beispiel im Strassenbau, im Tief- oder Hochbau, bei denen die Festigkeitswerte mit normalem oder hochfestem Beton nicht mit den vorgegebenen Sicherheitsanforderungen erreichbar sind.

[0011] Dieser sich ohnehin von normal- und hochfestem Beton sowohl in Bezug auf die Biegezugfestigkeit als auch auf die elastische Grenzzugfestigkeit, und ausserdem bezüglich der Dehnbarkeit und Druckfestigkeit deutlich absetzender Ultra-Hochleistungs-Beton (UHFB) wird mit der Vermischung mit den Kunststoff-Fasern erfindungsgemäss nochmals substantiell erhöht.

[0012] Aufgrund der Dichtigkeit, der Widerstandsfähigkeit gegen aggressive Stoffe und der Abrasionsfähigkeit weist dieser Ultra-Hochleistungs-Beton (UHFB) mit diesen Kunststoff-Fasern zudem eine viel höhere Dauerhaftigkeit als herkömmlicher Beton auf. Durch die hohe Festigkeit bezüglich Zug- und Biegezugbeanspruchungen kann dieser erfindungsgemässe bewehrte Beton auch im Vergleich zu bisherigem Beton höhere Drucklasten sicher verteilen.

[0013] Diese Kunststoff-Fasern haben zudem den Vorteil, dass sie sich aus nur einer Sorte monofiler polyolefiner Fasern bestehen, was das Herstellungsverfahren vereinfacht und somit die Herstellungskosten gegenüber Bikomponenten-Fasern reduziert.

[0014] Zur Verbesserung des Faserverbunds mit dem Baustoffmaterial sieht die Erfindung vor, dass die polyolefinen Fasern mit einer durchgehend oder unterbrochen strukturierten Oberfläche versehen sind, wobei die Tiefe der Strukturierung mehr als 3 bis 20% des mittleren Faserdurchmessers beträgt. Dieser mittlere Faserdurchmesser wird dabei aus der Menge der verwendeten Fasern gebildet.

[0015] Damit wird eine Verbesserung des Verbundes zwischen den Fasern und der Zementmatrix erreicht. Somit können die Lasten durch die Fasern besser aufgenommen werden. Um den Faserverbund mit dem Baustoffmaterial weiter zu steigern, können die polyolefinen Fasern mit einer gerillt geprägten Oberfläche versehen werden.

[0016] Es ist in diesem Sinne vorteilhaft, wenn die Maximalabstände der Strukturspitzen innerhalb angebrachter Strukturen in axialer Richtung im Bereich zwischen 0,3 mm und 2mm bemessen sind.

[0017] Bei einem Ausführungsbeispiel einer Kunststoff-Faser für den Einsatz in die Ultra-Hochfestem-Beton (UHFB) mit Grösstkorndurchmesser <8 mm und einer minimalen Druckfestigkeit von $f_{c,t} = 120$ MPa (gemäss SIA MB 2052) als zementgebundener Baustoff werden unterschiedliche reine, gereckte Fasern aus Polymeren oder Polymermischungen mit einem mittleren Durchmesser von zum Beispiel 0,40 mm und einer Menge von 3'200 dtex (Decitex = Gramm pro 10'000 Laufmeter) eingesetzt. Bei diesen Kunststoff-Fasern handelt es sich bei dem Beispiel um polyolefine Fasern, die um den Faktor 4 bis 5 gereckt sind und mit einer Schnittlänge von 20 mm entsprechend ca. 3'200 dtex (Decitex = Gramm pro 10'000 Laufmeter) aufweisen.

[0018] Die polyolefinen Fasern mit einer durchgehend oder unterbrochen strukturierten Oberfläche geformt, wobei die Tiefe der Strukturierung zum Beispiel 10 % des mittleren Faserdurchmessers von 4 mm beträgt, also ca. 0,4 mm. Die Maximalabstände der Strukturspitzen innerhalb angebrachter Strukturen in axialer Richtung im Bereich können beispielsweise mit 1.5 mm bemessen sein. Die gerillten Oberflächen der jeweiligen Fasern sind mit Quernuten durch Walzen geprägt.

[0019] Eine Vielzahl von diesen vorzugsweise mit einer beliebigen Länge hergestellten Fasern können zu einem Bündel zusammengestellt und zum Beispiel mit einer wasserlöslichen Kunststoff-Folie ummantelt werden. Anschliessend werden sie als Bündel mehrmals auf jeweils eine Endlänge von zum Beispiel 20 mm geschnitten.

[0020] Die Erfindung ist mit den oben erläuterten Ausführungsbeispielen ausreichend dargetan. Sie könnte aber noch durch andere Varianten erläutert sein. Die Abmessungen und der prozentuale Menganteil der Fasern können in Abhängigkeit der Verwendung des Ultra-Hochfesten-Betons (UHFB) zur Erzielung von optimalen Festigkeitswerten der Mischung bestimmt werden.

[0021] Die Fasern werden in Bündeln, ummantelt mit wenigstens einer wasserlöslichen Folie oder lose in wasserlöslichen Beuteln oder anderen Beuteln verpackt und für das Mischen in die Betonmasse geleert werden können.

[0022] Die Fasern können als Bi-Komponenten-Fasern mittels eines Co-Extrudierverfahrens aus einem zentralen Kern und einem diesen umhüllenden Mantel aus unterschiedlichen reinen Polymeren oder Polymermischungen hergestellt sein.

Patentansprüche

1. Kunststoff-Faser für den Einsatz in zementgebundenen Baustoffen, insbesondere Beton, bestehend aus unterschiedlichen reinen, gereckten Fasern aus Polymeren oder Polymermischungen mit einem mittleren Durchmesser von grösser als 0,15mm, entsprechend annähernd 160 dtex, dadurch gekennzeichnet, dass die Kunststoff-Faser aus einer polyolefinen Kunststoff hergestellt ist, die um den Faktor grösser als 3 gereckt ist und einen mittleren Durchmesser von 0,15 bis 0,8 mm mit einer Schnittlänge von 6 bis 25 mm entsprechend annähernd 160 bis 4'600 dtex aufweist, wobei sie in Ultra-Hochfestem-Beton (UHFB) mit einem Grösstkorndurchmesser von insbesondere höchstens 8 mm und einer minimalen Druckfestigkeit von 120 MPa einsetzbar sind.
2. Kunststoff-Faser nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die polyolefinen Fasern mit einer durchgehend oder unterbrochen strukturierten Oberfläche versehen sind, wobei die Tiefe der Strukturierung mehr als 3 bis 20% des mittleren Faserdurchmessers beträgt.
3. Kunststoff-Faser nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Maximalabstände der Strukturspitzen innerhalb angebrachter Strukturen in axialer Richtung im Bereich zwischen 0,3 mm und 2 mm bemessen sind.
4. Kunststoff-Faser nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die polyolefinen Fasern eine gerillt geprägte oder gewellte Oberfläche aufweisen.

CH 720 510 A2

5. Kunststoff-Faser nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass bei dem Ultra-Hochfesten-Beton (UHFB) mit dem Grösstkorndurchmesser von höchstens 8 mm die minimale Druckfestigkeit von $f_{c,t} = 120 \text{ Mpa}$ (gemäss SIA MB 2052) festgelegt ist.
6. Kunststoff-Faser nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Fasern in Bündeln, ummantelt mit wenigstens einer wasserlöslichen Folie oder lose in wasserlöslichen Beutel oder anderen Beutel verpackt sind.
7. Kunststoff-Faser nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Fasern als Bi-Komponenten-Fasern mittels Ko-Extrusion hergestellt sind.