

(19)



(10)

AT 515922 B1 2016-01-15

(12)

Patentschrift

(21) Anmeldenummer: A 567/2014
(22) Anmeldetag: 17.07.2014
(45) Veröffentlicht am: 15.01.2016

(51) Int. Cl.: **C04B 28/04** (2006.01)
C04B 40/00 (2006.01)

(56) Entgegenhaltungen:
WO 2010109095 A1
LONG, G., WANG, X., XIE, Y.: "Very-high-performance concrete with ultrafine powders", Cement and Concrete Research, Vol. 32, 2002, Seiten 601–605; doi:10.1016/S0008-8846(01)00732-3
YUNSHENG, Z., WEI, S., SIFENG, L., CHUJIE, J., JIANZHONG, L.: "Preparation of C200 green reactive powder concrete and its static-dynamic behaviors", Cement and Concrete Composites, Vol. 30, 2008, Seiten 831-838; doi:10.1016/j.cemconcomp.2008.06.008

(73) Patentinhaber:
HOLCIM TECHNOLOGY LTD
8645 RAPPERSWIL-JONA (CH)

(74) Vertreter:
Haffner und Keschmann Patentanwälte GmbH
Wien

(54) Trockene Zementmischung

(57) Eine Trockenzementmischung umfasst Portlandzement und eine ultra-feine Komponente, bestehend aus mindestens einem ultra-feinen Zusatzstoff, wobei besagte ultra-feine Komponente ein hydraulisches Bindemittel ist und Portlandzement in einer Menge von mindestens 80 Gew.-% der Mischung vorhanden ist und die ultra-feine Komponente in einer Menge von mindestens 5 Gew.-% der Mischung vorhanden ist, wobei die ultra-feine Komponente eine Partikelgrößenverteilung gekennzeichnet durch einen Partikeldurchmesser D_{10} zwischen $0,5\mu\text{m}$ und $2\mu\text{m}$ und einen Partikeldurchmesser D_{90} zwischen $2\mu\text{m}$ und $8\mu\text{m}$ aufweist.

AT 515922 B1 2016-01-15

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Trockenzementmischung, die Portlandzement und eine ultra-feine Komponente, bestehend aus mindestens einem ultra-feinen Zusatzstoff, umfasst, wobei die ultra-feine Komponente ein hydraulisches Bindemittel ist, sowie eine Betonzusammensetzung, umfassend besagte Zementmischung.

[0002] Beton ist ein sehr weit verbreiteter Baustoff mit hoher Festigkeit und guter Haltbarkeit. Zusätzlich zu Zuschlägen und Wasser, enthält dieser auch Portlandzement als hydraulisches Bindemittel, das in Kontakt mit Wasser festigkeitsbildende Phasen durch Verfestigen und Aushärten erzeugt. Beton auf der Basis von Portlandzementklinker ist somit eines der wichtigsten Bindemittel weltweit.

[0003] Durch die Zugabe von verschiedenen Zusatzstoffen, wie z.B. granulierter Hochofenschlacke (gbfs), Flugasche, natürlichen Puzzolanen, kalzinierten Tonen oder gemahlenem Kalkstein, zu Portlandzement können Portland- Kompositzemente mit unterschiedlichen Eigenschaften hergestellt werden. Gleichzeitig wird auf Grund des Ersatzes von Portlandzement durch die genannten Zusatzstoffe die spezifische Emission von CO₂ bei der Herstellung von Zement verringert, da während der Herstellung von Portlandzementklinker ca. 0,9 Tonnen CO₂ pro Tonne Portlandzementklinker durch die Kalzinierung der Ausgangsmaterialien und bei der Oxidation der Brennstoffe in den Drehrohren emittiert werden. Der Zusatz von Zusatzstoffen zu Portlandzement ist seit mehr als 100 Jahren gängige Praxis und ist in zahlreichen Zement- und Betonnormen geregelt.

[0004] Die Zugabe von ultra-feinen Zusatzstoffen, wie Mikrozement oder Mikrosilica, zu Portlandzement wird verwendet, um die Lebensdauer und die Leistung des resultierenden Betons zu verbessern. Die traditionelle Art der Formulierung von Hochleistungs- und Höchstleistungs-Beton basiert auf der Verwendung von herkömmlichem Portlandzement mit ultrafeinen Zuschlägen als Bindemittel. Die häufig verwendeten ultra-feinen Zuschläge sind oftmals in Säcken konditioniert und werden im jeweiligen Betonwerk oder auf der Baustelle händisch in den Portlandzement gemischt, was Sicherheitsrisiken sowie Qualitäts-Unwägbarkeiten bedingen kann. Die ultra-feinen Zuschläge können auch in einem eigens dazu vorgesehenen Silo in einem Betonwerk gespeichert und automatisch eingespeist werden, was jedoch die Notwendigkeit von sehr spezifischen Industriekomponenten, die zusätzliche Investitionen darstellen, bedingt.

[0005] Ein weiterer Nachteil der Verwendung von ultra-feinen Zusatzstoffen in einer Zementmischung ist der erhöhte Wasserbedarf, da der Wasserbedarf mit zunehmender Feinheit der ultra-feinen Zusatzstoffe steigt.

[0006] Es wird allgemein angenommen, dass die Haltbarkeit und die Leistung des resultierenden Betons, wie beispielsweise die Druckfestigkeit, stark abhängig ist vom Anteil der ultra feinen Zusatzstoffe in der Zementmischung, nämlich, dass die Leistung des Betons umso besser ist, je höher der Gehalt an ultra-feinen Zusatzstoffe ist. Die Herstellung ultra-feiner Zuschläge ist aufgrund des erhöhten Mahlaufwands teuer. Daher steigen die Kosten der Zementmischung mit zunehmendem Gehalt an ultra-feinen Zuschlägen.

[0007] Daher ist es eine Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine Zementmischung zur Verfügung zu stellen, welche die obigen Nachteile überwindet. Insbesondere ist es eine Aufgabe der Erfindung, eine Zementmischung zur Verfügung zu stellen, die eine einfache und zuverlässige Herstellung von Beton mit einer stabilen Qualität ermöglicht. Es ist eine weitere Aufgabe der Erfindung den Wasserbedarf zu reduzieren ohne die Verarbeitbarkeit der Betonmasse zu beeinflussen.

[0008] Weiters soll der resultierende Beton eine hervorragende Haltbarkeit und Leistung zu vernünftigen Produktionskosten bereitstellen.

[0009] Um diese und andere Aufgaben zu lösen, ist die Erfindung dadurch gekennzeichnet, dass Portlandzement in einer Menge von mindestens 80 Gew.-% der Mischung vorhanden ist und die ultra-feine Komponente in einer Menge von mindestens 5 Gew.-% der Mischung vor-

handen ist, wobei die ultra-feine Komponente eine Partikelgrößenverteilung gekennzeichnet durch einen Partikeldurchmesser D_{10} zwischen $0,5\mu\text{m}$ und $2\mu\text{m}$ und einen Partikeldurchmesser D_{90} zwischen $2\mu\text{m}$ und $8\mu\text{m}$ aufweist.

[0010] Somit stellt die Erfindung ein vorgemischtes Bindemittel basierend auf einer Kombination von Portlandzement mit wenigstens einem ultra-feinen Zusatzstoff zur Verfügung.

[0011] Die ultra-feinen Partikel werden zu der Mischung hinzugefügt, wodurch ein Bindemittel, das hohe Leistung zeigt, erhalten wird und daher insbesondere auf die Formulierung von Hochleistungs- und -haltbarkeits-Beton angepasst ist. Das Mischen wird in einem Zementwerk mit einer dafür vorgesehenen Vorrichtung durchgeführt, welche die verschiedenen Komponenten mit hoher Genauigkeit einbringt, was den Erhalt einer sehr homogenen Mischung ermöglicht. Die erfindungsgemäße Zementmischung wird bevorzugt als trockene Vormischung für die Betonherstellung an Kunden ausgeliefert, wobei die trockene Vormischung in Säcken oder anderen geeigneten Behältern verpackt geliefert wird.

[0012] Die Erfindung ermöglicht es Betonherstellern Hochleistungsbeton und Beton mit hoher hohen Lebensdauer mit nur einem Bindemittel herzustellen, statt herkömmlichen Zement mit ultra-feinen Zuschlägen (wie Quarzstaub) vor Ort zu mischen. Der Kunde profitiert von der gleichbleibenden Qualität des hergestellten Betons, der einfachen Handhabung (was zu Kosteneinsparungen führt), hohen Leistungen des erzeugten Betons und Ästhetik (die Vormischungs-Binder-Farbe ist heller als die meisten zur Anwendung gelangenden traditionellen Zemente und ultra-feinen Zuschläge).

[0013] Es wurde überraschenderweise herausgefunden, dass ein relativ niedriger Gehalt an ultrafeinen Komponenten zusammen mit einer bestimmten Verteilung der Partikelgröße in Haltbarkeits- und Druckfestigkeitswerten resultiert, die sonst nur mit einem wesentlich höheren Anteil an ultrafeinen Zusatzstoffen erreicht werden können. Insbesondere stellt die Erfindung Portlandzement in einer Menge von mindestens 80 Gew.-% der Mischung zur Verfügung, so dass die Mischung ein Maximum von 20 Gew.-% der ultra-feinen Komponente enthält. Gemäß der Erfindung ist die ultra-feine Komponente ein hydraulisches Bindemittel und hat eine Partikelgrößenverteilung gekennzeichnet durch einen Partikeldurchmesser D_{10} zwischen $0,5\mu\text{m}$ und $2\mu\text{m}$ und einen Partikeldurchmesser D_{90} zwischen $2\mu\text{m}$ und $8\mu\text{m}$.

[0014] Die ultra-feine Komponente der Zementmischung kann aus einem, zwei oder mehreren ultra-feinen Zusatzstoffen bestehen. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfasst der mindestens eine ultra-feine Zusatzstoff Schlacke, insbesondere gemahlene Hochofenschlacke. Genauer gesagt, umfasst der mindestens eine ultra-feine Zusatzstoff Schlacke, insbesondere gemahlene Hochofenschlacke, in einer Menge von > 70 Gew.-%, insbesondere > 80 Gew.-%.

[0015] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform der Erfindung weist die ultra-feine Komponente (bestehend aus einem oder mehreren ultra-feinen Zusatzstoffen) einen Gehalt an Schlacke, insbesondere gemahlener Hochofenschlacke, von > 70 Gew.-%, insbesondere > 80 Gew.-%, auf. Somit besteht die ultra-feine Komponente hauptsächlich aus Schlackepartikeln.

[0016] Die Zementmischung kann neben der ultra-feinen Komponente auch weitere Zusatzstoffe enthalten.

[0017] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung der Zementmischung, ist der Portlandzement in einer Menge von mindestens 85 Gew.-%, bevorzugt mindestens 90 Gew.-% der Mischung vorhanden und die ultra-feine Komponente ist in einer Menge von mindestens 7 Gew.-%, vorzugsweise mindestens 10 Gew.-% der Mischung vorhanden. Somit wird der maximale Gehalt der ultra-feinen Komponente auf 15 Gew.-% eingegrenzt.

[0018] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausführungsform liegt das Gewichtsverhältnis von Portlandzement und der ultra-feinen Komponente zwischen 85/15 und 95/5, insbesondere etwa bei 90/10.

[0019] Wie oben erwähnt, hat die ultra-feine Komponente eine Partikelgrößenverteilung ge-

kennzeichnet durch einen Partikeldurchmesser D_{10} zwischen $0,5\mu\text{m}$ und $2\mu\text{m}$, während die ultra-feinen Zusatzstoffe in der Regel einen niedrigeren D_{10} -Wert haben, um die erforderlichen Haltbarkeitsstandards zu erreichen. Im Gegensatz dazu wurde überraschend herausgefunden, dass der spezifische D_{10} -Bereich - wie oben erwähnt - auch eine ausreichende Haltbarkeit und Stabilität des Betons ergibt, während gleichzeitig der Wasserbedarf und die Kosten verringert werden.

[0020] Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform besitzt die ultrafeine Komponente eine Partikelgrößenverteilung gekennzeichnet durch einen Partikeldurchmesser D_{10} zwischen $0,7\mu\text{m}$ und $1\mu\text{m}$.

[0021] Hinsichtlich des D_{90} -Wertes, weist die ultra-feine Komponente vorzugsweise eine Partikelgrößenverteilung gekennzeichnet durch einen Partikeldurchmesser D_{90} zwischen $4\mu\text{m}$ und $6\mu\text{m}$ auf. Diese bevorzugten D_{90} -Werte können mit den oben erwähnten bevorzugten D_{10} -Werten kombiniert werden.

[0022] Besonders gute Ergebnisse wurden unter Verwendung einer ultra-feinen Komponente erreicht, die eine Partikelgrößenverteilung gekennzeichnet durch einen Partikeldurchmesser D_{100} von $10\mu\text{m}$ - $15\mu\text{m}$, insbesondere $12\mu\text{m}$, aufweist.

[0023] Im Rahmen der vorliegenden Erfindung wird die Partikelgrößenverteilung durch die Angabe spezifischer Perzentile des Teilchendurchmessers definiert. Das D_{90} - Perzentil des Durchmessers zeigt an, dass 90% der Partikel einen Durchmesser haben, der kleiner ist als der gegebene Wert. Zum Beispiel kann ein Wert für D_{90} von $4\mu\text{m}$ anzeigen, dass 90% der Partikel einen Durchmesser haben, der kleiner als $4\mu\text{m}$ ist. Analog dazu gibt das D_{10} -Perzentil des Durchmessers an, dass 10% der Partikel einen Durchmesser aufweisen, der kleiner ist als der gegebene Wert ist.

[0024] Um die Haltbarkeit und die Leistung des resultierenden Betons zu optimieren, kann auch eine bestimmte Korngrößenverteilung des Portlandzements eingestellt werden. Vorzugsweise weist der Portlandzement eine Partikelgrößenverteilung gekennzeichnet durch einen Partikeldurchmesser D_{10} zwischen $1\mu\text{m}$ und $3\mu\text{m}$, bevorzugt zwischen $1,6\mu\text{m}$ und $2\mu\text{m}$, insbesondere $1,8\mu\text{m}$, und einen Partikeldurchmesser D_{90} zwischen $30\mu\text{m}$ und $60\mu\text{m}$, bevorzugt zwischen 35 und $45\mu\text{m}$, insbesondere $40\mu\text{m}$, auf.

[0025] Der Portlandzement ist vorzugsweise ein CEM I Zement nach EN 197-1.

[0026] Die Erfindung bezieht sich weiters auf eine Betonzusammensetzung, die eine Zementmischung gemäß der Erfindung, Zuschlagsstoffe und Wasser umfasst.

[0027] Schließlich bezieht sich die Erfindung auch auf ein Konstruktionselement, das Beton hergestellt unter Verwendung einer Betonzusammensetzung, wie oben beschrieben, umfasst.

[0028] Im Folgenden wird die Erfindung detaillierter unter Bezugnahme auf eine beispielhafte Ausführungsform erläutert.

BEISPIEL 1:

[0029] Eine Trockenzementmischung mit den folgenden Komponenten, wurde hergestellt.

[0030] - 90 Gew.-% Portlandzement des Typs CEM I 52,5 N "staubfrei"

[0031] - 10 Gew.-% eines ultra-feinen Hochofenschlacke- Bindemittels.

[0032] Portlandzement mit der folgenden Korngrößenverteilung wurde verwendet: $D_{10} = 1,8\mu\text{m}$ und $D_{90} = \text{ca. } 40\mu\text{m}$ Ultra-feines Hochofenschlacke-Bindemittel mit der folgenden Korngrößenverteilung wurde verwendet: $D_{10} = \text{ca. } 0,8\mu\text{m}$ und $D_{90} \text{ ca. } 5,5\mu\text{m}$.

[0033] Die sich ergebende Mischung hatte die folgende Zusammensetzung:

- Klinker: 86,06 Gew.-%
- Hochofenschlacke: 7,8 Gew.-%
- Gips: 5,6 Gew.-%
- Anhydrit: 0,3 Gew.-%
- Staub: 0,2 Gew.-%
- NaCl: 0,04 Gew.-%

[0034] Beton wurde aus der trockenen Zementmischung hergestellt wie oben beschrieben.

Patentansprüche

1. Trockenzementmischung, umfassend Portlandzement und eine ultra-feine Komponente, bestehend aus mindestens einem ultrafeinen Zusatzstoff, wobei besagte ultra-feine Komponente ein hydraulisches Bindemittel ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass Portlandzement in einer Menge von mindestens 80 Gew.-% der Mischung vorhanden ist und die ultra-feine Komponente in einer Menge von mindestens 5 Gew.-% der Mischung vorhanden ist, wobei die ultra-feine Komponente eine Partikelgrößenverteilung gekennzeichnet durch einen Partikeldurchmesser D_{10} zwischen $0,5\mu\text{m}$ und $2\mu\text{m}$ und einen Partikeldurchmesser D_{90} zwischen $2\mu\text{m}$ und $8\mu\text{m}$ aufweist.
2. Trockenzementmischung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass Portlandzement in einer Menge von mindestens 85 Gew.-%, bevorzugt mindestens 90 Gew.-%, der Mischung vorhanden ist und die ultra-feine Komponente in einer Menge von mindestens 7 Gew.-%, vorzugsweise mindestens 10 Gew.-%, der Mischung vorhanden ist.
3. Trockenzementmischung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Gewichtsverhältnis von Portlandzement und der ultra-feinen hydraulischen Komponente zwischen 85/15 und 95/5, insbesondere etwa 90/10, liegt.
4. Trockenzementmischung nach Anspruch 1, 2 oder 3, **dadurch gekennzeichnet**, dass die ultra-feine Komponente eine Partikelgrößenverteilung gekennzeichnet durch einen Partikeldurchmesser D_{10} zwischen $0,7\mu\text{m}$ und $1\mu\text{m}$ aufweist.
5. Trockenzementmischung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die ultra-feine Komponente eine Partikelgrößenverteilung gekennzeichnet durch einen Partikeldurchmesser D_{90} zwischen $4\mu\text{m}$ und $6\mu\text{m}$ aufweist.
6. Trockenzementmischung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, dass die ultrafeine Komponente eine Partikelgrößenverteilung gekennzeichnet durch einen Partikeldurchmesser D_{100} von $10\mu\text{m}$ - $15\mu\text{m}$, insbesondere $12\mu\text{m}$, aufweist.
7. Trockenzementmischung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Portlandzement eine Korngrößenverteilung gekennzeichnet durch einen Partikeldurchmesser D_{10} zwischen $1\mu\text{m}$ und $3\mu\text{m}$, bevorzugt zwischen $1,6\mu\text{m}$ und $2\mu\text{m}$, insbesondere $1,8\mu\text{m}$, und einen Partikeldurchmesser D_{90} zwischen $30\mu\text{m}$ und $60\mu\text{m}$, bevorzugt zwischen 35 und $45\mu\text{m}$, insbesondere $40\mu\text{m}$, aufweist.
8. Trockenzementmischung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Portlandzement ein CEM I Zement nach EN 197-1 ist.
9. Trockenzementmischung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass der mindestens eine ultra-feine Zusatzstoff Schlacke, insbesondere gemahlene Hochofenschlacke, in einer Menge von > 70 Gew.-%, insbesondere > 80 Gew.-%, umfasst.
10. Trockenzementmischung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet**, dass der ultra-feine Zusatzstoff einen Gehalt an Schlacke, insbesondere gemahlener Hochofenschlacke, von > 70 Gew.-%, insbesondere > 80 Gew.-%, aufweist.
11. Eine Betonzusammensetzung, umfassend eine Zementmischung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, Zuschlagsstoffe und Wasser.
12. Ein Konstruktionselement umfassend Beton hergestellt unter Verwendung einer Betonzusammensetzung nach Anspruch 11.

Hierzu keine Zeichnungen