CH 621 171 A5

(19) SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(51) Int. Cl.³: E 02 B 1/00
E 02 B 8/00

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTSCHRIFT A5

(11) 621 171

(21) Gesuchsnummer: 8399/77

(22) Anmeldungsdatum: 07.07.1977

(30) Priorität(en): 08.07.1976 DE 2630794

(24) Patent erteilt: 15.01.1981

(45) Patentschrift veröffentlicht: 15.01.1981

(73) Inhaber:
Alfred Kunz & Co., München 2 (DE)

(72) Erfinder:
Prof. Dr.-Ing. Fritz Leonhardt, Stuttgart (DE)

(74) Vertreter:
Bovard & Cie., Bern

(54) Verfahren zum Herstellen massiger Betonteile für den Wasserbau.

(57) Der Kernbereich der Betonteile wird mit einem Beton mit grobkörnigem Zuschlag und niedrigem Zementgehalt verfüllt; dagegen werden die Randbereiche mit einem feinkörnigeren Zuschlag und einem höheren Zementgehalt verfüllt. Die Betonteile werden durch Spannglieder mässig vorgespannt, und zwar wird auf die Spannglieder vor Erreichen der grössten Temperaturdifferenz zwischen der Kerntemperatur und der Temperatur in den Randbereichen etwa zu dem Zeitpunkt des Übergangs des Betons von seinem gelartigen in den starren Zustand eine Teilvorspannung von 20 bis 50 % der Endvorspannung aufgebracht. Das Verfahren ermöglicht eine Verminderung der auftretenden Wärmespannungen und eine Erhöhung der Abriebfestigkeit.

POOR QUALITY

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Herstellen massiger Betonteile für den Wasserbau, bei dem die Betonteile durch im Abstand voneinander angeordnete Spannglieder aus Spannstahl mässig vorgespannt werden, dadurch gekennzeichnet, dass der Kernbereich der Betonteile mit einem Beton mit einem grobkörnigen Zuschlag und niedrigem Zementgehalt und die Randbereiche mit einem Beton mit einem feinkörnigeren Zuschlag und einem höheren Zementgehalt verfüllt werden und dass auf die Spannglieder vor Erreichen der grössten Temperaturdifferenz zwischen der Kerntemperatur und der Temperatur in den Randbereichen etwa zu dem Zeitpunkt des Übergangs des Betons von seinem gelartigen in den starren Zustand eine Teilvorspannung von 20 bis 50% der Endvorspannung aufgebracht wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass zunächst Betonteile, auf die eine Teilvorspannung von etwa ein Viertel der Endvorspannung aufgebracht werden soll, mit einer Abschnittlänge bis etwa 20 m hergestellt werden, wobei zwischen den Betonteilen Spalten vorgesehen werden und wobei ferner die Spannglieder so eingebaut werden, dass sie sämtliche Betonteile und Spalten durchsetzen, dass ferner sämtliche Spalten etwa gleichzeitig mit Beton verfüllt werden, und dass auf die durchgehenden Spannglieder die Teilvorspannung schon aufgebracht wird, wenn der Beton in den Spalten etwa ein Zehntel seiner Endfestigkeit erreicht hat.

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass dem in die Spalten verfüllten Beton ein Quellzusatz beigegeben wird.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Herstellen massiger Betonteile für den Wasserbau, bei dem die Betonteile durch im Abstand voneinander angeordnete Spannglieder aus Spannstahl mässig vorgespannt werden.

Im Wasserbau kann es erforderlich sein, massige Betonteile herzustellen, die Längen von 100 m überschreiten. Beispielsweise kann die Länge einer Wehranlage, die im wesentlichen aus einer Sohlplatte, einer Staumauer und einem Tosbecken besteht, einige hundert Meter betragen, wobei die Wände etwa ein bis sechs Meter dick und die Staumauern etwa fünf bis zehn Meter hoch sind.

In massigen Betonteilen treten nach dem Betonieren erhebliche Eigen- und Zwangsspannungen auf, die zu Rissbildungen führen können und ihre Ursache in den sich aus der Differenz zwischen der Kerntemperatur und der Oberflächentemperatur der Betonteile ergebenden Wärmespannungen und dem Schwinden haben. Nach dem Betonieren können sich infolge der sich entwickelnden Hydratationswärme Kerntemperaturen bis zu 65°C einstellen, so dass sich bei einer schnelleren Abkühlung der Oberflächenbereiche erhebliche Wärmespannungen ergeben. Bei fortschreitender Abkühlung und gleichzeitig einsetzendem Schwinden treten Randzonenrisse in dem Betonteil auf, die gegen das Innere fortschreiten und nach einiger Zeit den ganzen Querschnitt durchsetzen.

Nach herkömmlicher Bauweise werden derartige massige Betonteile mit schlaffer Bewehrung versehen betoniert, wobei etwa im Abstand von 10 bis 15 m Trennfugen vorgesehen werden. Um jedoch mit schlaffer Bewehrung die Rissbildungen durch Temperatur- und Schwindspannungen auf ein unschädliches Mass zurückzuführen, ist es erforderlich, bei hohem Bewehrungsgrad engmaschige Bewehrungsnetze zu verwenden. Der Einsatz von grossen Mengen von Bewehrungsstahl ist nicht nur teuer, die engmaschigen Bewehrungsnetze machen es auch erforderlich, feinkörnige Betonmischungen mit einem höheren Zementgehalt zu verwenden. Ein höherer Zementgehalt hat wiederum eine grössere Hydratationswärme und somit höhere Kerntemperaturen zur Folge, so dass die Wärmespannungen ansteigen.

Besonders nachteilig bei der herkömmlichen Bauweise sind die Trennfugen, die einen erhöhten konstruktiven Aufwand erfordern und die Schwachstellen in der Konstruktion bilden, die es verhindern, dass sich das Bauwerk als homogener Baukörper monolithisch herstellen lässt.

Wasserbauwerke können an ihren Oberflächen einem erhöhten Abrieb unterliegen. Da die herkömmliche Bauweise mit schlaffer Bewehrung den hohen Einsatz von Bewehrungsnetzen bedingt, die auch dicht unter der Oberfläche liegen, können diese freigelegt werden, was aus Gründen des Korrosionsschutzes unbedingt verhindert werden muss. Nach herkömmlicher Bauweise mit schlaffer Bewehrung hergestellte Wasserbauwerke sind daher auch im erhöhten Masse reparaturanfällig.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, ein wirtschaftliches Verfahren zur Herstellung widerstandsfähiger und abriebfester massiger Betonteile für den Wasserbau zu schaffen.

Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren der eingangs angegebenen Art erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass der Kernbereich der Betonteile (in an sich bekannter Weise) mit einem Beton mit einem grobkörnigen Zuschlag und niedrigem Zementgehalt und die Randbereiche mit einem Beton mit einem feinkörnigeren Zuschlag und einem höheren Zementgehalt verfüllt werden und dass auf die Spannglieder vor Erreichen der grössten Temperaturdifferenz zwischen der Kerntemperatur und der Temperatur in den Randbereichen etwa zu dem Zeitpunkt des Übergangs des Betons von seinem gelartigen in den starren Zustand eine Teilvorspannung von 20–50% der Endvorspannung aufgebracht wird. Mit dem erfindungsgemässen Verfahren lassen sich einmal die Vorteile erzielen, die Leonhardt in seinem in der Zeitschrift «Beton- und Stahlbetonbau», 1973, Seiten 128–133, veröffentlichten Aufsatz «Massige, grosse Betontragwerke ohne schlaffe Bewehrung, gesichert durch mässige Vorspannung» herausgestellt hat. Bei einem gegenüber der schlaffen Bewehrung geringerem Einsatz von Spanngliedern kann das Auftreten von Rissen besser beschränkt werden als durch die Verwendung einer schlaffen Bewehrung. Da die Spannglieder in grösserem Abstand voneinander angeordnet sind, kann ein grobkörniger und zementarmer Beton verwendet werden, dessen Einbau nicht durch engmaschige Bewehrungsnetze behindert wird. Derartige zementarme Betone entwickeln weniger Hydratationswärme und schwinden weniger als die beim Einsatz einer schlaffen Bewehrung benötigten feinkörnigeren und zementreicheren Betone, so dass die auftretenden Wärme- und Schwindspannungen schon geringer sind. Darüberhinaus kann auch bei über 100 m langen Bauwerken auf Dehnungsfugen verzichtet werden, so dass in den meisten Fällen monolithische Baukörper hergestellt werden können.

Die Spannglieder sind reichlich mit Beton abgedeckt, so dass sie auch bei einem erheblichen Abrieb keiner Korrosionsgefahr ausgesetzt sind.

Nachdem das erfindungsgemässe Verfahren vorsieht, dass die Rand- oder Oberflächenbereiche des massigen Betonteils mit einem Beton mit einem feinkörnigeren Zuschlag und einem höheren Zementgehalt verfüllt werden, ergibt sich härterer Vorsatzbeton; durch diesen wird eine Oberflächenschicht geschaffen, die gegen einen Abrieb sehr beständig ist. Da sich im Bereich der Oberfläche kein Bewehrungsstahl befindet, kann dieser auch bei einem Abrieb der Oberflächenschichten nicht freigelegt werden, so dass keine Korrosionsgefahr besteht und vorzeitige Reparaturen ausgeschlossen sind. Die Vorsatzbetonschichten beeinflussen überdies den Temperaturverlauf über den Querschnitt günstig, so dass die nach

dem Betonieren auftretenden Wärmespannungen weiter vermindert werden. Da die Randschichten gegenüber dem Kernbereich mit einem Beton mit höherem Zementgehalt betoniert worden sind, entwickeln diese auch eine grössere Hydratationswärme. Da die im Kern entstehende, geringere Hydratationswärme nur langsam nach aussen abfliesst, andererseits aber die Randschichten infolge der grösseren Hydratationswärme wärmer sind, stellt sich über den Querschnitt eine Temperaturkurve mit nur geringem Gefälle ein. Die auftretenden Wärmespannungen sind daher auch nur geringer. Der erfindungsgemäss verwendete Vorsatzbeton erhöht daher nicht nur die Abriebfestigkeit, sondern er vermindert auch die auftretenden Wärmespannungen nach dem Betonieren.

Während die deutschen Spannbetonrichtlinien DIN 4227 vorschreiben, dass die Teilvorspannung aufzubringen ist, wenn der Beton eine Festigkeit von 180 bis 220 Kp/cm², also etwa 50% seiner Endhärte, erreicht hat, ist nach einem weiteren Merkmal der erfindungsgemässen Merkmalskombination vorgesehen, dass diese Teilvorspannung vor dem Auftreten des Maximums der Temperaturdifferenz in dem Zeitpunkt des Übergangs des Betons von seinem gelartigen in den starren Zustand aufgebracht wird.

In diesem Zeitpunkt hat der Beton etwa eine Festigkeit von 100 bis 120 kp/cm², also etwa ein Viertel seiner Endfestigkeit erreicht. In diesem Übergangsbereich macht sich ein Schwinden des Betons nennenswert noch nicht bemerkbar, so dass gefährliche Schwindspannungen noch nicht vorhanden sind. Andererseits ist auch das Maximum der Temperaturdifferenz zwischen der sich infolge der Hydratationswärme einstellenden Kerntemperatur und den Oberflächentemperaturen noch nicht erreicht, so dass auch die Wärmespannungen noch gering sind. Durch das frühzeitige Aufbringen der Teilvorspannung lassen sich daher Rissbildungen infolge von Temperatur- und Schwindspannungen wirksam vermeiden. Wird die Teilvorspannung entsprechend den erwähnten Spannbetonrichtlinien aufgebracht, wenn der Beton bereits etwa 50% seiner Endfestigkeit erreicht hat, ist in der Regel das Maximum der Temperaturdifferenz bereits überschritten und hat bereits ein erhebliches Schwinden eingesetzt, so dass sich die zu vermeidenden Risse bereits gebildet haben.

Das erfindungsgemässe Verfahren gestattet somit nicht nur eine erwünschte monolithische Bauweise, es lässt sich auch besonders wirtschaftlich durchführen, und die hergestellten Betonteile zeichnen sich durch hohe Abriebfestigkeit und Rissefreiheit aus.

Nach einer besonders vorteilhaften erfinderischen Weiterbildung des Verfahrens ist vorgesehen, dass zunächst Betonteile, auf die eine Teilvorspannung von etwa ein Viertel der Endspannung aufgebracht werden soll, mit einer Abschnittlänge bis etwa 20 m hergestellt werden, wobei zwischen den Betonteilen Spalten vorgesehen werden und wobei ferner die Spannglieder so eingebaut werden, dass sie sämtliche Betonteile und Spalten durchsetzen, dass ferner sämtliche Spalten etwa gleichzeitig mit Beton verfüllt werden, und dass auf die durchgehenden Spannglieder die Teilvorspannung schon aufgebracht wird, wenn der Beton in den Spalten etwa ein Zehntel seiner Endfestigkeit erreicht hat.

Durch die Herstellung der durch Spalten voneinander getrennten Betonteile liegen die Bewegungsmittelpunkte der einzelnen Betonteile jeweils im Bereich von deren Mittellinien, so dass die sich aus der Sohlreibung bei der Schwindverkürzung ergebenden Schwindspannungen geringer sind. Die absoluten Werte der Längenänderungen der Bauteile bleiben klein, was ebenfalls zu einer Reduzierung der Schwindspannungen führt. Die in einzelnen Abschnitten betonierten Betonteile werden gleichzeitig durch Aufbringen der Vorspannung miteinander verspannt, wenn die durch die Spalten gebildeten Plomben mit Beton verfüllt sind und dieser etwa ein Zehntel seiner Endfestigkeit erreicht hat. Nach dieser Ausführungsart des erfindungsgemässen Verfahrens lassen sich massige Betonteile von so grosser Länge herstellen, wie man es fugenlos bisher nicht für möglich gehalten hat.

Zweckmässigerweise wird dem in die Spalte verfüllten Beton ein Quellzusatz beigegeben. Die Plomben quellen infolgedessen beim Aushärten und pressen gegen die vorbetonierten Betonteile, so dass die Vorspannwirkung noch erhöht wird.

Nach diesem Verfahren lässt sich somit trotz der Vorbetonierung von einzelnen Abschnitten ein einheitlicher homogener und fugenloser Baukörper erstellen.