NORGE

(12) **PATENT**

(19) NO (11) **304933** (13) B1

(51) Int Cl[6] C 04 B 16/06, 20/10

Patentstyret

(21) Søknadsnr	19912302	(86) Int. inng. dag og søknadsnummer	14.12.1989, PCT/DK89/00295
(22) Inng. dag	14.06.1991	(85) Videreføringsdag	14.06.1991
(24) Løpedag	14.12.1989	(30) Prioritet	14.12.1988, DK, 6956/88
(41) Alm. tilgj.	14.06.1991		
(45) Meddelt dato	08.03.1999		

(73) Patenthaver Cemfiber A/S, Snedkervej 1, DK-6800 Varde, DK
(72) Oppfinner Anders Staf Hansen, Oksbøl, DK
Derek Davies, Ashbourne, Derbyshire, England, GB
(74) Fullmektig Onsagers Patentkontor - Defensor AS, 0103 Oslo

(54) Benevnelse **Syntetiske fiberbunter og fremgangsmåte for fremstilling av et sementbasert materiale**

(56) Anførte publikasjoner EP A 235577, EP A 225036, EP A 225404

(57) Sammendrag

Syntetiske fiberbunter konstruert for anvendelse i betong, mørtel eller sement hvor buntene omfatter tilnærmet 10-10000 filamenter pr. bunt, filamentene består hovedsakelig av et polyolefin, såsom polypropylen eller polyetylen, et polyolefinderivat, en polyester, et polyamid eller en blanding av de foregående, og som har en lengde på tilnærmet 1-30 mm, en gjennomsnittelig transversell dimensjon på tilnærmet 5-50 µm og et profilforhold på tilnærmet 100-1000, hvor de individuelle filamenter har en overflatespenning som tillater dem å bli hovedsakelig homogent dispergert i en betong, mørtel eller lim med konvensjonell blanding i konvensjonelt betongblandeutstyr; sementbaserte betonger, mørtler og lim omfattende fiberbuntene, og en fremgangsmåte til fremstilling av fiberbuntene og de sementbaserte materialer.

Bruk av forskjellige typer fibre i fremstilling av betong, for å tilveiebringe ytterligere strekkfasthet og armere mot støtskade og forplanting av sprekker, er kjent og praktisert i lang tid. Det er også kjent at mens konvensjonell armering og grovere fibre kan redusere den store synlige sprekkdannelse som kan oppstå i betong, er bare meget fine fibre virkelig effektive til å bekjempe utvikling av mindre sprekker. Imidlertid er fibrene som vanligvis benyttes i betong, f.eks. syntetiske fibre av materialer såsom polypropylen, relativt grove fordi det er vanskelig å oppnå tilfredsstillende dispersjon av meget fine fibre i betong, og spesielt fibre med høye profilforhold, ved anvendelse av konvensjonelle blandingsfremgangsmåter og utstyr. Faktum er at en uniformdispersjon av til og med relativt grove fibre i betong kan være vanskelig.

Det er vanlig for slike fibre å bli fremstilt som hele fibrillerte bånd, og å stole på at utstrakt blanding bryter ned fibrilleringen og dispergerer de individuelle filamenter, som fremdeles er relativt grove, i betongen. Dette system er ikke alltid pålitelig og det fibrillerte bånd brytes ikke alltid ned til de ønskede individuelle filamenter, spesielt fordi graden av utstrakt blanding som er nødvendig, i praksis ofte ikke oppnås. Til og med etter effektiv adskillelse kan fibrene fremdeles være altfor grove til å gi maksimal effektivitet til å hindre sprekkdannelse, spesielt mot mikrosprekking.

Betong er tilbøyelig til selvindusert sprekkdannelse og siden det er et sprøtt materiale, utvikles disse sprekkene lett under relativt lave spenninger. Betong svikter ved strekk på grunn av progressiv sprekkdannelse, heller enn den mer vanlige sviktmåte for ingeniørarbeidmaterialer.

Det er generelt antatt at forskjellen mellom betongens virkelige og teoretiske styrke kan forklares ved tilstedeværelse av feil (Neville, A.M., Properties of Concrete, 1981). Således sprekker ikke betong fordi den er strekksvak, men den er heller strekksvak fordi den allerede inneholder sprekker. Disse sprekker og feil kan variere i størrelse, slik at

gradering er meget viktig når det dreier seg om bruddmekanikk, fordi den virkelige styrke av helheten er et spørsmål om statistisk sannsynlighet, som er avhengig av strekkfordelingen i materialet. Den effektive styrken til betongen kan derfor økes, og svikt, dvs. utvikling av sprekker i stor målestokk eller brudd, kan forhindres ved å hindre utvikling og utbredelse av sprekker.

Selvinduserte, ikke-strukturelle sprekker skjer i store masser av fabrikkblandet betong på grunn av små sprekker som dannes tidlig, og disse blir senere videreutviklet av spenninger indusert av forandringer i dimensjonene på så relativt store strukturer. Dekkebetongenheter er typisk tilnærmet 3 m ganger 10 m og 200 mm tykke; små sprekker i slike betongelementer kan lett utbres og gi et svakt parti som resulterer i påfølgende brudd. Denne klart synlige sprekkdannelse er ofte den eneste form for sprekkdannelse som er antatt å være av viktighet, men den er et direkte resultat av mye mindre og sannsynligvis i virkeligheten usynlig tidligere sprekkutvikling.

EP-A-0 235 577 beskriver agglomerater av fibre som har forbedret dispergeringsevne i viskøse, organiske eller uorganiske matriser, f.eks. sementbaserte matriser som omfatter akrylstapelfibre, hvor hver fiber har en diameter på mindre enn 50 μm og en lengde på mer enn 3 mm, og fibrene som er bundet til hverandre ved hjelp av et oppløst kohesjonsoverførende middel, sveller eller smelter inn i matriksen som skal forsterkes. Det kohesjonsoverførende middel, f.eks. polyvinylalkohol anvendes i en mengde på 1-30 vektprosent av fibervekten. Fibrene har fortrinnsvis en høy elastisitetsmodul.

EP-A-0 225 404 beskriver en fremgangsmåte til å fremstille et fiberforsterket støpt sementlegeme, som omfatter dispergerende strenger, innbefattende et flertall av fibre, i et ikke-herdende sementmateriale, ved påfølgende herding av materialet vil minst noen av strengene impregneres med et bindemiddel slik at fibrene i strengene blir svakt bundet til hverandre, og slik at, når strengene dispergeres i sementmaterialet, fibrene

frigjøres fra hverandre. Bindemiddelet, f.eks. en epoksyharpiks, anvendes i en slik mengde at volumforholdet mellom strengene og bindemiddelet er fra 5:5 til 9:1.

Tidligere anvendelser av fibre i betong er blitt rettet mot konvensjonell armering, hvor tilstrekkelig antall fibre med høy elastisitetsmodul er anvendt for å bære strekkspenningene. Skjønt dette er mulig i materialer som har et høyt sementinnhold, behøver ikke denne fremgangsmåte å være effektiv med mer konvensjonelle betonger, selv om stålfibre har utmerkede mekaniske egenskaper. Dette kan tilskrives følgende:

a. Det nødvendige volum av fibre kan være altfor stort til å få plass i betongens mørtelfase.

b. Fordelen av fibrene kan oppnås etter at matriksen er ødelagt og kan således, i slike tilfelle enkelt beskrives som en progressiv svikt istedenfor utnyttbar styrke.

c. Omkostninger og vanskeligheter ved bruk rettferdiggjør ikke alltid anvendelsen.

d. Den tredimensjonale orientering av fibrene i forblandingsanvendelse og anvendelse av fibrene gjennom materialet utgjør ofte en ineffektiv anvendelse av armering.

Det har i økende grad blitt klart at det viktige kommersielle bidrag fra fibrene er å forbedre egenskapene til selve betongen, heller enn å virke uavhengig som en armering.

Armering er imidlertid lett å måle, og skjønt de andre fordelene, dvs. styrking av selve betongen, kan anerkjennes som betydningsfulle, har vanskeligheten ved å måle og kvantifisere dem vært en faktor som har hindret anvendelse av fibre i betong.
Det er nå vist at det er mulig å anvende meget små mengder av meget fine syntetiske fibre, f.eks. av polypropylen, for å forbedre egenskapene og ytelsesevnen til betong og mørtel.

Spesielt gjelder dette for å hindre utvikling av sprekker indusert ved de dimensjonelle forandringer som skjer i betongen og for å utføre denne kontroll av sprekking på det viktige mikronivå, før sprekkene utvikles til å bli klart synlige. Fibrene tjener således til å forbedre betongens indre styrke og spesielt til å hindre selvinduserte sprekker i å utvikle seg på mikronivå, såvel som å hindre deres utbredelse, istedenfor bare å tilveiebringe en separat uavhengig armering.

Fibrene inkorporeres i betongen eller mørtelen i form av fiberbunter, som vil bli forklart nedenfor, og dette gir den ønskede, betydelig homogene, fordeling av fine fibre i materialet. En side av den foreliggende oppfinnelse angår derfor syntetiske fiberbunter for anvendelse i betong, mørtel eller sement, hvor buntene omfatter tilnærmet 10-10000 filamenter pr. bunt, filamentene består hovedsakelig av et polyolefin, såsom polypropylen eller polyetylen, en polyester eller en blanding av de foregående, som har en lengde på 1-30 mm, en gjennomsnittlig transversell dimensjon på 5-30 μm og et profilforhold på 100-1000, hvor filamentene i hver bunt holdes sammen med et fuktemiddel, hvor fuktemiddelet gir de individuelle filamenter en overflatespenning som tillater dem å bli hovedsakelig homogent dispergert i en betong, en mørtel eller et lim, med konvensjonell blanding i konvensjonelt betongblandeutstyr.

En annen side av oppfinnelsen angår en fremgangsmåte til fremstilling av et sementbasert materiale, hvor fremgangsmåten omfatter:

- tilsetting til betong, mørtel eller sementblanding, til hvilken vann er blitt tilsatt, av mindre enn 1 vektprosent, basert på sementmaterialene, av syntetiske fiberbunter som omfatter 10-10000 filamenter pr. bunt, hvor filamentene består hovedsakelig av et polyolefin, såsom polypropylen eller polyetylen, en polyester, eller en blanding av de foregående, som har en lengde på 1-30 mm, en gjennomsnittlig transversell dimensjon på 5-30 μm og et profilforhold på 100-1000, hvor filamentene i hver bunt holdes sammen med et fuktemiddel, hvor fuktemiddelet

gir de individuelle filamenter en overflatespenning som tillater dem å bli hovedsakelig homogent dispergert i en betong, mørtel eller lim, med konvensjonell blanding i konvensjonelt betongblandeutstyr,

- blanding av den resulterende blanding i en periode på minst 20 s for å oppnå en betong, mørtel eller limblanding, i hvilken de individuelle filamenter er hovedsakelig homogent distribuert, og
- støping av betongen, mørtelen eller limblandingen i en ønsket konfigurasjon, med valgfri inkorporasjon under støping, av tilleggslegemer såsom armering.

Det er funnet at, fordi de initielt er til stede i form av fiberbunter, er de meget fine fibre beskrevet ovenfor (i det følgende betegnet som "oppfinnelsens fibre") istand til å bli effektivt dispergert i alle typer av betong, mørtel eller sement, ved bruk av alle typer av eksisterende konvensjonelle blandere, inkludert den roterende beholder på en bil for fabrikkblandet betong. Oppfinnelsens fibre kan, fordi de er istand til å bli godt dispergert, til og med ved meget lave tilsetningshastigheter, gi mange viktige fortrinn med hensyn på egenskaper og ytelsesevne til betong og andre sementbaserte materialer. Blant disse fortrinn er:

Forhindring av sprekker som dannes av plastisk svinn, plastisk setning, tidlig termisk svinn, kjemisk svinn og karbonatisering.

Forhindring av sprekker som dannes av tørkesvinn, alternerende cykliske spenninger forårsaket av påtrykte belastninger, reversible fuktighetsbevegelser og termiske forandringer.

Mulig eliminasjon av nødvendigheten av stålduk for å kontrollere de verste problemene forårsaket av selvindusert oppbrekking.

En forbedring i holdbarhet som skyldes hindring av sprekkdan-

nelse og redusert vannabsorpsjon, med øket indre styrke som resultat.

Reduksjon av frostskade, forårsaket av redusert permeabilitet og en øket motstand mot avskalling som resultat av øket betongstyrke og integritet, og øket motstand mot utbredelse av sprekker.

Øket motstand mot støt og abrasjonsskade.

Større kohesjon av den våte betong og bibringelse av tiksotropisk reologi, som resulterer i:

mer homogen og konsistent betong, med mer enhetlige og driftssikre egenskaper,

lettere pumping, legging og glatting, og forhindring av sedimentasjon og utstrakt vannutskillelse,

redusert tendens til dannelse av plastiske setningssprekker, som et resultat av reduksjon i sedimentasjon, og

fordeler når betongen skal legges i skråninger, siden materialet har mindre tendens til å fortsette bevegelse, som ellers resulterer i øket tendens til sprekkdannelse.

Bedre motstand mot brannskade, siden de fine syntetiske fibre smelter ved høye temperaturer, for således å gi den overopphetede dampen som skapes i betongen et stort antall kapillærer til å unnslippe gjennom.

Bedre motstand mot svekkelse på grunn av korroderende kjemikalier, som skyldes redusert penetrasjon av slike kjemikalier inn i betongen.

Mer konsistent og homogen betong med øket blandingseffektivitet og forhindring av separasjon på grunn av partikkelstørrelse og påfølgende sedimentasjon.

Kohesiviteten tilveiebragt av oppfinnelsens fibre tjener til å forbedre glattingen av betongen. Strukturering av overflaten for å fremstille en ru glatting er forbedret, og den oppnådde effekt reduseres ikke ved påfølgende setting, på grunn av den tiksotrope egenskapen forårsaket av fibrene.

Fibrene forringer ikke betongens overflateglatting og er i seg selv effektivt usynlige for det blotte øyet. Den tiksotropiske effekt kan også være av interesse ved at den gjør det mulig å oppnå nye og mer interessante estetiske glattinger, inkludert dekorative byggeplassanvendelser og prefabrikerte anvendelser.

Det er i økende grad vanlig å anvende høyere sementinnhold i betong og andre sementbaserte materialer for å øke holdbarheten. Dette fører imidlertid til en større tendens til selvindusert oppsprekking og, fordi disse materialer er realtivt sprø, større sprekkutbredelse. Som nevnt ovenfor er oppfinnelsens fibre istand til å bli effektivt dispergert i alle typer av betong eller mørtel. På grunn av fibrenes evne til å hindre oppsprekking, forbedrer sement og annet sementbasert materiale både direkte og indirekte i relasjon til holdbarhetskrav.

Bruk av puzzolante materialer er også økende og når disse materialene er meget fine, såsom mikrosilika, kan de redusere vannutskillelseshastigheten og vannmigrering, og kan føre til økende plastisk sprekkdannelse.

Når mindre fine puzzolante materialer, såsom pulverisert brennstoffaske, anvendes er hastigheten av styrkeøkning redusert og i perioden, i hvilken betong eller andre sementbaserte materialer er svake og sårbare overfor plastisk eller tidlig svinn, er sprekkdannelse øket. Bruk av malt granulert masovnslaggsement har en lignende effekt på utvikling av tidlig styrke. Også når polymere emulsjoner settes til betong eller sementbasert materiale er sårbarheten for tidlig tørkesprekker kjent for å øke.

I alle disse tilfelle er tilsetning av små mengder av de meget fine fibre i henhold til oppfinnelsen effektive til å redusere materialets tendens til å sprekke, og tillater således disse materialers potensial å bli utnyttet i høyere grad.

Sementer med høyt aluminatinnhold lider av høye eksoterme temperaturstigninger, som også fører til oppsprekkingsproblemer og begrenser effektiviteten av disse materialer. Fibrene i henhold til oppfinnelsen er effektive til å kontrollere slike sprekker, og øke disse sementers ytelsesevne.

Sementer som kan konstrueres med langtids-kontrollert ekspansjon for å utligne langtidstørkesvinn, såsom kalsiumsulfoaluminater, lider ikke desto mindre av plastisk og tidlig tørkingssvinn. Fibrene i henhold til oppfinnelsen er derfor også av interesse siden disse sementer tillates å bibeholde sin integritet over en tilstrekkelig tid til å oppnå disse sementers fordeler med langtids svinnkompenasjon.

Oppfinnelsens fibre er inkorporert i betong eller andre sementbaserte materialer i form av de ovennevnte fiberbunter, som kan hovedsakelig bestå av et polyolefin, en polyester, eller en blanding av de foregående. Typisk består fibrene av en polyolefin, såsom polypropylen eller polyetylen. Polypropylen er et velkjent materiale i syntetiske fibre og har blitt brukt som sådant i mange år på grunn av sin motstand mot syrer og baser, sine fordelaktige styrkeegenskaper, sin lave tetthet og lave pris.

Mens det alltid vil bli en viss variasjon av antall filamenter i fiberbuntene, vil de typisk omfatte 50-5000 filamenter pr. bunt.

I motsetning til fine fibre, som f.eks. er brukt i fremstilling av garn til tepper, er oppfinnelsens fibre fortrinnsvis hovedsakelig ikke krympet, for å lette dispersjon i en betong eller annet sementbasert materiale.

De individuelle filamenter har typisk en lengde på 3-30 mm, f.eks. 5-25 mm, særlig 6-18 mm, og en gjennomsnittlig transversell dimensjon på 3-30 μm, såsom 5-25 μm, særlig 10-20 μm.

Profilforholdet, dvs. forholdet mellom lengde og diameter hos de individuelle filamenter, er typisk 200-800, særlig 400-700. Mens et profilforhold på minst tilnærmet 100 er betraktet som minimum ønskelig for å oppnå virkning av bruk av fibre i betong eller sementbaserte materialer, har det tidligere vist seg å være vanskelig å oppnå god dispersjon til og med for fibre med lavere profilforhold. Videre har dispersjon av fibre med profilforhold på bare 100 ofte krevet spesielle blandefasiliteter og bruk av spesielle tilsetninger i blandingen for å bidra til dispersjon. De individuelle filamenter i henhold til oppfinnelsen har således et høyt profilforhold sammenlignet med fibre som vanligvis benyttes i betong og er således fordelaktig. Ikke desto mindre kan fibre i henhold til den foreliggende oppfinnelse, i form av fiberbunter, lett dispergeres i betong, til og med når de individuelle filamenter har et profilforhold på tilnærmet 1000.

Det faktum at fibre i henhold til oppfinnelsen er istand til å dispergeres lett i en sementblanding ved bruk av vanlig blandingstider, fremgangsmåter og utstyr er antatt å bli forårsaket av 1) dispergeringsevnen til enheter bestående av fiberbunter i en sementblanding hvor vann har blitt tilsatt, og 2) den lette separasjon av buntene til underbunter og individuelle filamenter ved blanding eller risting. De individuelle filamenter har en overflatespenning som tillater at de blir hovedsakelig homogent dispergert i en betong, mørtel eller lim, med konvensjonell blanding ved hjelp av konvensjonelt betongblandeutstyr. Filamentenes overflate vil således være hovedsakelig hydrofil slik at filamentene lett dispergeres i vann eller blandinger som inneholder vann, f.eks. en betong, mørtel eller sementblanding, hvor vann har blitt tilsatt. En egnet overflatespenning for filamentene er 65-80 dyn/cm, såsom 70-75 dyn/cm, særlig 72-74 dyn/cm.

Den ønskede overflatespenning er typisk oppnådd ved å behandle filamentbuntene med et fuktemiddel. Som en tilleggsbehandling av overflaten kan fiberbuntene valgfritt utsettes for en elektrisk behandling kjent som koronabehandling. Disse fremgangsmåter vil forklares i større detalj nedenfor.

De ovenfor beskrevne fibre er typisk fremstilt som følger:

Det første trinn i fremstilling av fiberbunter er smelting av fibrenes råmateriale(r). Dette finner ofte sted i en ekstruder, skjønt en ekstruder behøver nødvendigvis ikke anvendes. Temperaturen benyttet til smelting av bestandel(ene) av fibrene vil åpenbart avhenge av materialene anvendt til de gitte fibre.

Typen av spinneutstyr, benyttet til spinning av smelten til en spunnet bunt av filamenter, er ikke kritisk, siden både "kort spinning" og "lang spinning" kan anvendes. Kort spinning er en et-trinns fremgangsmåte, i hvilken fiberbuntene både spinnes og strekkes i en enkel operasjon, mens lang spinning, eller konvensjonell smeltespinning, som den også er kjent som, er en to-trinns fremgangsmåte, i hvilken det første trinn er ekstruderingen av smelten og den virkelige spinning av fiberbuntene, mens det andre trinn utgjør strekking av de spunnede fibre.

De spunnede fibre avkjøles mens de dras ut av spinneren, og avkjølinger oppnås ved at en luftstrøm blåses forbi fibrene.

Filamentbuntene, som på dette trinn typisk omfatter flere tusen fibre, blir deretter strukket. Strekking er typisk utført ved å benytte en serie av varme valser og en varmluftovn eller et væskemedium, såsom hett vann eller olje, idet et antall filamentbunter typisk blir strukket samtidig. Filamentbuntene passerer først gjennom et sett av valser, fulgt av passering gjennom varmluftovnen eller den hete væske, og deretter passering gjennom et annet sett av valser. De hete valsene har typisk en temperatur på 70-130°C og varmluftovnen eller den

hete væsken har typisk en temperatur på 80-140°C. Hastigheten til det andre sett av valser er større enn hastigheten til det første sett, og de oppvarmede filamentbuntene strekkes derfor i henhold til forholdet mellom de to hastigheter (kalt strekkforholdet eller trekkeforholdet). En annen ovn eller væske og et tredje sett av valser kan også anvendes (to-trinnsstrekking), hvor det tredje sett av valser har en høyere hastighet enn det andre sett. I dette tilfellet er strekk-forholdet forholdet mellom hastighetene til det siste og det første sett av valser. Ytterligere sett av valser og ovner eller væsker kan på lignende måte anvendes.

Fibrene i den foreliggende oppfinnelse strekkes typisk ved å anvende et strekkforhold på 1,5:1-8:1, normalt 2:1-6:1, fordelaktig 2,5:1-4:1, særlig 2,5:1-3,5:1, som resulterer i egnet diameter eller gjennomsnittlig transversell dimensjon som forklart ovenfor.

Filamentbuntene blir deretter tørket og fiksert. Strekkeprosessen kan forårsake at spenninger utvikles i fibrene. Spenningene kan fjernes ved å utsette de strukkede filamentbuntene for oppvarming, som også tjener til å tørke fibrene. Konvensjonelt er dette gjort ved å la filamentbuntene passere gjennom en ovn i hvilke fibrene tillates å krympe.

Som nevnt ovenfor utsettes filamentbuntene for en påfølgende behandling med et fuktemiddel for å gi filamentene den ønskede overflatespenning, dvs. en overflatespenning på 65-80 dyn/cm, såsom 70-75 dyn/cm, særlig 72-74 dyn/cm. Dette er typisk utført ved å la buntene passere gjennom en serie av såkalte påførings-valser for smøremiddel, som tilføres fuktemiddelet. I tillegg til å gi lett dispersjon av individuelle filamenter i en sementblanding, tjener fuktemiddelet også til å holde filament-ene i bunten sammen under lett håndtering før tilsetting av fiberbuntene til blandingen. fuktemiddelet er typisk valgt fra fuktemidler av den type som normalt benyttes til anvendelse på syntetiske fibre som skal gjøres hydrofile, såsom fuktemidler for anvendelse på fibre som skal benyttes i fremgangsmåter som

såkalt våtlegging, ikke-veving. Slike fuktemidler er kommersielt tilgjengelig og er typisk blandinger som består av forbindelser som normalt benyttes som emulgeringsmidler, overflateaktive stoffer eller rensemidler, og kan omfatte blandinger av disse forbindelser. Eksempler på slike forbindelser er fettsyreestere av glyserider, fettsyreamider, polyglykolestere, polyetoksilerte amider, ikke-ioniske overflateaktive stoffer og kationiske overflateaktive stoffer.

Spesifikke eksempler på forbindelser som kan anvendes som fuktemidler eller bestanddeler av fuktemidler, er en polyetylen glykol-lauryleter som har formelen:

$CH_3(CH_2)_{11}-O-(CH_2CH_2O)_n-H$

glyserol monostearat som har formelen:

$(C_{17}H_{35})COOCH_2CHOHCH_2OH$

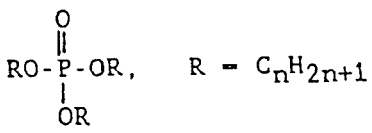
erucamid som har formelen:

$C_{21}H_{41}CONH_2$

stearinsyreamid som har formelen:

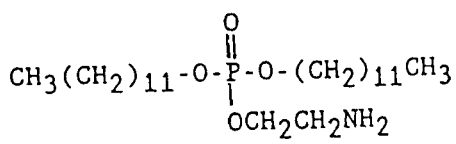
$CH_3(CH_2)_{16}CONH_2$

et trialkylfosfat som har formelen:

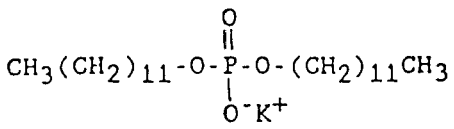


$R = C_nH_{2n+1}$

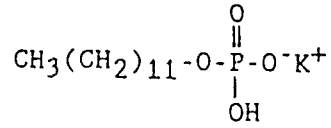
en laurylfosfataminester som har formelen:



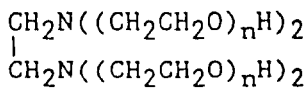
et laurylfosfatkaliumsalt som har formelen:



eller



og en etylendiaminpolyetylenglykol som har formelen:



Eksempel på et foretrukket fuktemiddel er SW-T som er tilgjengelig fra Nissin Kagaku Kenkyosho Ltd., Japan og som omfatter en hovedandel av sulforavsyre bis (2-etylheksyl)ester natriumsalt (en anionisk fukte/dispergeringsforbindelse) og inneholder i tillegg isopropylalkohol, siloksaner, silikoner, silika, og sorbitan monostearat.

Fiberbuntene kan, i tillegg til å bli behandlet med et fuktemiddel, valgfritt utsettes for en koronabehandling, som er en elektrisk behandling mye benyttet i produksjon av syntetiske fibre. Denne behandling er en kraftig elektrisk utladning fra en spesiell elektrode til fiberbuntene. En heller høy spenning er krevet (tilnærmet 25 kV og 20 kHz) for at elektronene skal oppnå tilstrekkelig energi til å penetrere fibrenes overflate. Når elektronene treffer polymerkjedene med høy hastighet vil mange av disse kjedene brytes, for således å gi mulighet til dannelse av karbonylgrupper ved hjelp av ozon (O_3) i luften. Dannelsen av karbonylgrupper gjør fibrenes overflate polar og således mye lettere dispergerbar i vandige blandinger. Den valgfrie koronabehandling utføres normalt før anvendelse av fuktemiddelet.

Etter å ha blitt behandlet med fuktemiddel blir filamentbuntene spontant oppdelt i mindre bunter, som hver omfatter færre

filamenter enn de originale bunter. Filamentbuntene vil således derved typisk omfatte 50-5000 filamenter pr. bunt. Det må bemerkes at det alltid vil være en viss naturlig variasjon av antallet filamenter pr. bunt.

Filamentbuntene ledes deretter til en skjærer hvor fibrene blir skåret i ønsket lengde. Skjæring er typisk gjennomført ved å la buntene passere over et hjul som inneholder radialt plasserte kniver. Fibrene presses mot knivene ved presset fra valsene, og blir således skåret til den ønskde lengde som tilsvarer avstanden mellom knivene. Som forklart ovenfor skjæres filamentbuntene slik at fibrene har en lengde på 1-30 mm, typisk 3-30 mm, f.eks. 5-25 mm og særlig 6-18 mm for derved å forsyne dem med et profilforhold som forklart ovenfor.

Filamentbuntene fremstilt ved den ovennevnte fremgangsmåte er, som forklart ovenfor, konstruert for anvendelse i betong, mørtel eller sement, og de individuelle filamenter i buntene er istand til å bli effektivt dispergert i alle typer av betong, mørtel eller sement ved å benytte alle typer av eksisterende konvensjonelle blandere. Følgelig angår altså oppfinnelsen en sementbasert betong, mørtel eller lim som har hovedsakelig homogent distribuert i seg de ovenfor beskrevne syntetiske fibre, hvor fibrene er tilstede i en mengde på mindre enn tilnærmet 1 vektprosent av sementmaterialet i betongen, mørtelen eller limet.

I den foreliggende sammenheng, er betegnelsen "sement" ment å angi alle sementer av Portlandsement-type, inkludert hvit Portlandsement, lavalkaliske sementer, sulfatresistente sementer, Portland slaggsement og Portland puzzolantsement og sementer av den refraktære eller aluminattype, såsom høyaluminatsement og kalsiumsulfoaluminatsementer, slaggsementer, puzzolane sementer, gips inkludert hemi og anhydritt versjoner, magnesiumoksyklorat og magnesiumklorid og andre lignende ikke-organiske sementsystemer, både hydrauliske og ikke-hydrauliske eller kombinasjoner av de ovenstående, valgfritt med tilset-

ninger eller polymertilsetninger. Et "lim" betegner en blanding av sement og vann.

Betegnelsen "mørtel" som anvendt i den foreliggende sammenheng viser til en blanding som omfatter sement og partikler, såsom sand og fin bergart eller sten, inkludert spesielle lettvekts-tilslagmaterialer, idet partiklene er istand til å passere gjennom en sikt eller netting som har en åpning på 2,4 mm. Betegnelsen betong som anvendt i det følgende viser til en mørtel eller lim som omfatter større tilslag. Betegnelsen "sementmaterialer" viser til innholdet av de ovennevnte sementmaterialer i betong, mørtel eller lim.

Det vil være klart for en fagmann at betegnelsen "hovedsakelig homogent distribuert deri" viser til det faktum at fibrene i henhold til oppfinnelsen er hovedsakelig homogent fordelt i mørtelfasen av materialer i henhold til oppfinnelsen, siden slike fibre klart ikke kan fordeles i større tilslag i en betong.

Betong eller andre sementbaserte materialer kan betraktes som å være enten byggeplasstøpt eller prefabrikert, byggeplasstøpte materialer blir støpt på stedet. Byggeplassbetong er generelt av den fabrikkblandede type, skjønt den kan også blandes på stedet.

En mørtel eller betong som omfatter fibrene i henhold til oppfinnelsen, vil generelt ha et sementinnhold i området 200-1200 kg/m^3. En konvensjonell byggeplassbetong, hvor fibrene i henhold til oppfinnelsen ofte vil være inkorporert, har typisk et sementinnhold på 200-600 kg/m^3, spesielt 250-450 kg/m^3, mens en formstøpt betong som anvender fibrene i henhold til oppfinnelsen vil typisk ha et sementinnhold på 300-500 kg/m^3. En mørtel vil typisk ha et sementinnhold på 400-1200 kg/m^3, særlig 600-1000 kg/m^3. Spesiell betong eller mørtel, med høy styrke kan ha et sementinnhold på 500-1200 kg/m^3, typisk 500-1000 kg/m^3.

Vann:sementforholdet i et sementbasert materiale i henhold til oppfinnelsen vil typisk være i området 0,25-0,8 vektdeler. Byggeplassbetong vil typisk ha et vann:sementforhold på 0,4-0,6, mens vann:sementforholdet i prefabrikert betong vil typisk være 0,25-0,35 ved trykbearbeiding og 0,4-0,6 ved våtstøping og vibrasjonsbearbeiding. Inkorporering av fibre i henhold til oppfinnelsen i sementbaserte materialer har imidlertid et vann:sementforhold lavere enn 0,25, f.eks. tette materialer som inneholder ultrafine mikro-silika er også av interesse.

En betong i henhold til oppfinnelsen vil typisk inneholde en mørtelfase på minst 0,2 vektdeler. Andel av mørtelfasen i en konvensjonell betong er generelt begrenset til maksimalt 0,6, på grunn av det faktum at betongens tendens til å sprekke øker med økende mengder mørtel. Siden inkorporering av oppfinnelsens fibre i betong imidlertid fører til en redusert tendens til oppsprekking, er det mulig å fremstille betonger med en større mørtelfase enn den som normalt anvendes, uten fare for utstrakt oppsprekking. Således kan en betong i henhold til oppfinnelsen omfatte en relativt stor mørtelfase, såsom opptil 0,8 eller enda større.

Oppfinnelsens fibre er typisk tilstede i materialet i en mengde på 0,05-0,5 vektprosent, særlig 0,1-0,3 vektprosent, såsom 0,15-0,25 vektprosent, basert på vekten av sementmaterialene.

For en typisk byggeplassbetong som har et sementinnhold på 250-400 kg/m^3 vil innholdet av oppfinnelsens fibre være mindre enn 4 kg/m^3, typisk 0,1-2,0 kg/cm^3, såsom 0,3-1 kg/m^3, særlig 0,4-0,8 kg/m^3, f.eks. 0,5-0,7 kg/m^3.

En betong eller mørtel i henhold til oppfinnelsen kan inneholde tilsetninger for å redusere vannkravet, øke støpeligheten, forandre reologien, redusere permeabiliteten, blande inn luft eller forsinke eller akselerere sementreaksjonen med vann. Den kan også inneholde forskjellige typer av organiske polymerer introdusert som faste eller vannbaserte emulsjoner, inkludert polymerimpregnert betong eller polymersementbetong. I tillegg

kan den inneholde armering, inkludert enten som stenger eller nett, i tillegg til jernsement og metallekter, eller som tilleggsfibre f.eks. av metall, glass eller syntetisk materiale.

Som beskrevet ovenfor har det blitt funnet at inkorporering av til og med meget små mengder av oppfinnelsens fibre, gir det aktuelle sementbaserte materiale forskjellige fordeler. At slike fordeler kan oppnås med så små fibermengder kan forklares ved fibrenes frihet, sammen med det faktum at de er istand til å bli hovedsakelig homogent dispergert i materialet. Oppfinnelsens fiberbunter som har, f.eks. 300 x 10^6 individuelle 12 mm lange filamenter pr. kg vil, ved inkorporering i et sementbasert materiale i et forhold på, f.eks., 0,6 kg fiberbunter pr. m^3. I lys av dette er det klart at til og med små mengder av oppfinnelsens fibre kan gi betydelige fordeler når de inkorporeres i et sementbasert materiale.

Oppfinnelsens sementbaserte materiale kan, som forklart ovenfor, fremstilles ved å sette til en betong, mørtel eller sementblanding hvor vann har blitt tilsatt, mindre enn 1 vektprosent, basert på sementmaterialene, av fiberbuntene i henhold til oppfinnelsen, blande den resulterende blanding i en periode på minst 20 s for å oppnå en betong, mørtel eller limblanding, i hvilken de individuelle filamenter er hovedsakelig homogent distribuert, og støpe betong, mørtel eller limblandingen, i en ønsket konfigurasjon, valgfritt med inkorporasjon, under støpingen, av tilleggslegemer såsom armering. Fiberbuntene er typisk tilsatt i en mengde på 0,05-0,5 vektprosent, særlig 0,1-0,3 vektprosent, såsom 0,15-0,25 vektprosent, basert på vekten av sementmaterialene.

Siden de individuelle filamenter i fiberbuntene lett dispergeres i alle typer av betong og sementbaserte materialer, er blandeperioden bestemt av nødvendigheten av å fremstille god betong, heller enn å dispergere fibrene. Fiberbuntene i henhold til oppfinnelsen kan anvendes i alle typer av blandere, inkludert frittfalls- og tvangsblandere, og særlig transport-

blandere for fabrikkblandet betong, og krever ingen spesielle blandeinnretninger eller utstyr. I tilfeller hvor prefabrikert betong-, mørtel- eller sementblanding, hvor fiberbuntene har blitt tilsatt, blandes i en tvangsblander og blanding utføres i en periode på minst 20 s, typisk minst 30 s, oppnås en sement-, mørtel- eller limblanding, i hvilken de individuelle filamenter er hovedsakelig homogent distribuert. I tilfellet hvor en byggplassbetong-, -mørtel- eller -sementblanding hvor fiberbuntene har blitt tilsatt, blandes i en frittfallsblander, utføres blandingen typisk i en periode på minst 2 min, for å oppnå en betong-, mørtel- eller limblanding hvor de individuelle filamenter er hovedsakelig homogent distribuert.

Fiberbuntene ifølge oppfinnelsen vil ofte tilsettes en betongblanding i en transportblander, hvor transportblanderen er et arrangement som består av en spiral på innsiden av en skråttstilt trommel. Når trommelen roterer faller materialet som blir blandet ganske enkelt ned på bunnen av spiralen og dette utgjør blandevirkningen. Fiberbuntene kan også settes til allerede blandet betong og god dispergering kan oppnås ved at fabrikkblandingstrommelen roterer med f.eks. 15 rpm i en periode på, f.eks. 3 min.

En transportblander kan konstrueres enten for blanding eller bare for risting. I noen systemer er betongen blandet og fylt i trommelen på en transportblander, slik at lastebilen bare benyttes til å riste den allerede blandede betong, mens i andre system er betongmaterialene fylt i trommelen på transportblanderen som blander materialene.

Det er mulig å blande fiberbuntene i de tørre bestanddelene til en sement eller betongblanding, f.eks. i fabrikkblandede tørre materialer som bare krever tilsetting av vann, men på det nåværende tidspunkt er dette hverken foretrukket eller betraktet som nødvendig, da det er antatt å være minst like fordelaktig å sette fiberbuntene til en våt blanding, eller en blanding hvor vann allerede er blitt tilsatt, på grunn av de hovedsakelig hydrofile overflateegenskapene til fibrene.

Den blandede betong, mørtel eller lim som omfatter fibrene ifølge oppfinnelsen, hovedsakelig homogent dispergert i blandingen, kan støpes på konvensjonell måte i en ønsket konfigurasjon. Materialet kan således bearbeides og formes enten ved enkel legging eller tyngdekraft, eller ved avretting, brettskuring, stamping, vibrasjon, trykk, vannekstraksjon, vakuum, ekstrudering, pumping, sprøyting, tørrlegging, spinning, valsing eller en kombinasjon av disse fremgangsmåter. I tillegg kan legemer, såsom armering, dersom ønsket eller nødvendig, inkorporeres i materialet under støping.

Materialet fremstilt i henhold til oppfinnelsen er oppfattet som spesielt viktig i alle typer av byggeplassfremstilt betongmasse, såsom for dekker, fundamenter, veibaner, gulv, brodekker, betongbygninger, strukturell betong, støttemurer, vannstøttestrukturer og for beskyttelse mot havet og militære hensikter, såvel som i prefabrikert betong, såsom for fasadepaneler, gulv, stendere og bjelker, ornamentale og arkitektuelle produkter, prefabrikerte strukturer, rør, tunellkledning, etc.

Oppfinnelsen vil videre illustreres av de følgende eksempler.

EKSEMPEL 1

Fremstilling av fiberbunter.

Fremstilling av fiberbunter omfatter følgende trinn:

- smelting av fiberråmaterialet for å oppnå en smelte,
- spinning av smelten i en spunnet filamentbunt,
- strekking av filamentbunten,
- tørking og fiksering av filamentbunten,
- behandling av filamentbunten med et fuktemiddel, og
- skjæring av filamentbuntene.

Fibrene består av et homopolymer isotaksisk polypropylen (Petrofina 10060 fra Petrofina, Belgia) som har et smeltepunkt på tilnærmet 160°C og en smelteindeks på 35. Polypropylenet ble smeltet og deretter spunnet ved en temperatur på tilnærmet 280°C, ved å anvende en spinnemaskin som har 22880 hull, og med en trekkehastighet på 22,5 m/min. Den spunnende bunten av filamenter ble deretter ført gjennom et hettvannsbad, med en temperatur på 100°C, og deretter strukket med en hastighet på 60,7 m/min, som gir et strekkforhold på 2,7. Tørking og fiksering av filamentbunten ble utført ved å føre bunten gjennom en ovn med en temperatur på 150°C, med en hastighet på 54,2 m/min, således å tillate at fibrene krymper tilnærmet 12 % og strekket fra fiberstrekkingen frigjøres. Fibrene ble forsynt med den ønskede overflatespenning ved å behandle bunten med et fuktemiddel (SW-T, Nissin Kagaku Kenkyosho Ltd., Japan, se ovenfor) ved passering gjennom et par slikkevalser. Til slutt skjæres fiberbuntene til en lengde på 12 mm.

De ferdige fibre, som omfatter grovt 1000 individuelle filamenter pr. bunt, hadde et fuktighetsinnhold på mindre enn 17 % og inneholdt tilnærmet 0,5 % fuktemiddel. De individuelle filamenter hadde en finhet på 2,8 dtex, som er ekvivalent til en diameter på tilnærmet 20 μm, og ga fibrene et profilforhold på tilnærmet 600.

EKSEMPEL 2

Fremstilling av betongbjelker.

Betongbjelker ble fremstilt fra en fabrikkblandet betongblanding som bestod av hurtigherdende Portlandsement, standard grov betongsand og et grustilslag som passerer en 20 mm sikt, i et forhold på 2:3:6, blandingen hadde et sementinnhold på 400 kg sement/m^3. Betongblandingen ble blandet med vann med en temperatur på 20°C, såvel som fiberbuntene fra eksempel 1. Vann:sementforholdet var 0,6 og fiberbuntene ble tilsatt i en mengde på 0,2 vektprosent av sementmaterialene. Betongen ble blandet i en roterende frittfallsblander med en kapasitet på

tilnærmet 100 l, ved bruk av en hastighet på tilnærmet 25 rpm og en total blandetid på 4 min, hvor fiberbuntene ble tilsatt etter 2 min blanding. De individuelle filamenter ble hovedsakelig homogent distribuert i blandingen ved slutten av blandeperioden. Betongbjelker på 150 mm i firkant og 550 mm lange ble fremstilt ved å legge blandingen i en mangeroms form og bearbeide den manuelt.

Til sammenligning ble bjelker fremstilt som ovenfor, men uten inkorporasjon av fibre. Bjelker med og uten fibre ble støpt vekselvis i mangeromsformen.

EKSEMPEL 3

Bøyningstester.

Laboratorietester ble utført på betongbjelkene fremstilt som i eksempel 2, inneholdende enten 0,2% fibre, regnet fra vekten av sementmaterialene, eller uten fibre. Bjelkene ble utsatt for tidlig tørking og deretter utsatt for en standard 4-punkts bøyetest, med ytre valser anbragt med mellomrom på 450 mm og indre valser anbragt med mellomrom på 150 mm.

Resultatene fra disse tester er oppsummert nedenfor:

Fibre	Bruddmodul
uten fibre	2,83 MPa
uten fibre	2,31 MPa
0,2% fibre	3,17 MPa
0,2% fibre	3,22 MPa

Det ses at bruddmodulen er betydelig høyere for bjelkene som inneholder fibre fra eksempel 1. Bruddmodulen var også mer konsistent i bjelker som inneholder fibre.

EKSEMPEL 4

Cykliske belastningstester.

Betongbjelker ble fremstilt som i eksempel 2 og utsatt for en 4-punkts bøyetest som i eksempel 3, med følgende unntak: 1) bjelkene ble ikke utsatt for tidlig tørking, og 2) belastningen ble holdt under bruddmodulen og ble gjentatte ganger påført med 2000 cykler/h. Belastningen ble økt etter 4000 cykler for å forkorte testperioden. Resultatene er oppsummert nedenfor:

	Maksium bruddmodul	Antall cykler ved belastning				
på Fibre		15 kn	16 kn	17 kn	18 kn	19 kn
uten	2,13 MPa	1540	425			
uten	2,27 MPa		4160	17		
med	2,07 MPa		4000	4000	925	
med	2,53 MPa		4000	4000	4000	1875

Testene anga en klar forbedring av både spenningnivåer og tretthetsmotstand i bjelker som inneholder fibre. Kombinasjon av både økede spenningnivåer og antall cykler før brudd med fiberinnholdende betong, angir betydelig forbedret trett-hetsmotstand.

EKSEMPEL 5

Fremstilling av byggeplassbetong som inneholder oppfinnelsens fibre.

Fiberbuntene fra eksempel 1 er blitt inkorporert, i en mengde på 0,2 vektprosent av sementmaterialene, i forskjellige typer av betong, inkludert byggeplassbetong, ved å benytte kon-vensjonelt umodifisert blandeutstyr og uten behov for tilleggs-tilsetninger, som følger:

a) En 30 MPa betong med 300 kg sement pr. m^3 og et 20 mm tilslag, med et vann:sementforhold på 0,56 og en 50 mm synking.

b) En 30 MPa betong, som i a) ovenfor, men med 320 kg sement

pr. m^3 og et vann:sementforhold på 0,52, inkludert et luftinnførende tilsetningsstoff.

c) En 30 MPa betong, som i a) ovenfor, men med 210 kg vanlig Portland sement og 105 kg pulverisert brennstoffaske pr. m^3.

d) En 30 MPa betong, med 350 kg sement pr. m^3 og nogenlunde like forhold av en 10 mm tilslag og sand, med et vann:sementforhold på 0,58 og en 100 mm synking.

e) En 40 MPa betong, med 400 kg sement pr. m^3 og et 10 mm tilslag, med et vann:sementforhold på 0,50 og en 100 mm synking.

Alle de ovennevnte betonger ble blandet i konvensjonelle transportblandere fremstilt av Mulder og Stothert & Pitt og inneholder 6 m^3 betong. I alle tilfeller ble fullstendig dispergering av fibrene oppnådd innen 3 min når trommelen roterte med 15 rpm. Denne fullstendige dispergering ble oppnådd til og med når fibrene ble satt til den allerede blandede betong, ved simpelthen å innføre fibrene bak på transportblanderen på byggeplassen.

EKSEMPEL 6

Fremstilling av prefabrikert betong som inneholder oppfinnelsens fibre.

De følgende prefabrikerte betongmaterialer som inneholder oppfinnelsens fibre, inkorporert som fiberbuntene fra eksempel 1, i en mengde på 0,2 vektprosent av sementmaterialene, ble fremstilt:

a) En 40 MPa betong som inneholdt 400 kg sement pr. m^3 og tilnærmet like forhold av 5 mm singel og sand, med et vann:sementforhold på 0,31.

b) En 40 MPa betong som inneholdt 350 kg sement pr. m^3 og tilnærmet like forhold av 10 mm singel og sand, med et vann:sementforhold på 0,30.

Full dispergering av fibrene ble oppnådd i begge tilfelle på under 1 min i en tvangsblander (Teka og Liner Cumflow). Betongen var god å bearbeide i begge tilfelle og produktene utviste ingen ugunstige overflateeffekter.

EKSEMPEL 7

Dekkebetong som inneholder oppfinnelsens fibre.

En 30 MPa betong ble fremstilt som inneholdet tilnærmet 300 kg sement pr. m^3 og et 20 mm tilslag, med et vann:sementforhold på 0,55 og som inneholdt 0,2 vektprosent fibre i henhold til oppfinnelsen, regnet av sementmaterialene og inkorporert som fiberbuntene fra eksempel 1. 200 mm tykk byggeplassbetong ble lagt utvendig i dekkeområdet, som lektere 2,5 m brede og i kontinuerlige lengder på 50 m, uten krympingkontrollfuger. Ingen sprekkdannelse var synlig etter 2 måneder og således er det ikke antisipert at sprekking vil skje.

Lignende forsøk, som ga lignende resultater, hadde blitt gjennomført 9 måneder tidligere med kontinuerlige lektere med en lengde på 20 m.

EKSEMPEL 8

Praktisk erfaring med betong fremstilt med oppfinnelsens fibre.

a) Et 200 mm tykt betong veisystem med en bredde på tilnærmet 5 m og en lengde på like over 80 m med en helning på tilnærmet 1 på 15, ble lagt ved å benytte 0,7 kg av fibrene fra eksempel 1 pr. m^3 betong. Betongen var 30 MPa, luftinnførende, med et totalt sementinnhold på 330 kg/m^3, inkludert 25 % masovnslagg.

De 80 metrene ble lagt på en dag i en kontinuerlig stripe fra toppen av helningen til bunnen. Ingen krympingskontrollfuger ble laget. Toppen av sementen ble fortykket slik at den ble effektivt forankret og avslutningen av veisystemet ble stoppet før den tilstøtende betong ved basis, som ble fylt inn senere.

Etter noen uker oppstod en enkel sprekk tvers over veien på tilnærmet midtpunktet og på linje med en fuge i den tilstøtende betong. Etter å ha vært i bruk nesten ett år av en kontinuerlig strøm av tunge lastebiler, dumperbiler, kom ingen svekkelse eller ytterligere oppsprekking til syne. Den sentrale sprekk hadde ikke åpnet seg, heller ikke hadde differensielle vertikalbevegelser på hver side av sprekken skjedd, sprekken var i virkeligheten synlig bare ved omhyggelig undersøkelse.

Denne og andre anvendelser angir at fremstilling av kontinuerlige striper opptil tilnærmet 50 lineære metre uten krympingskontrollfuger, synes godt mulig med oppfinnelsens fibre og uten stålarmering.

b) Oppfinnelsens fibre ble benyttet i et fabrikkgulv av laserliret betong.

Betongen ble lagt i to støpporsjoner, hver på en dag, den første porsjon var 2300 m^2 og den andre porsjon var 3200 m^2, betongen var en standard 30 MPa betong med 330 kg/m^3 ordinær Portlandsement. Betongen inneholdt fibre fra eksempel 1 i en mengde på 0,6 kg/m^3. Overflaten ble glattet maskinelt og ble på den følgende dag behandlet med natriumsilikat som en overflateherder. Betongen ble lagt i 150 mm tykkelse på en polyetylendampsperre.

To dager etter legging ble betongen skåret i stenderavstand eller grovt hver 7. meter til en dybde på tilnærmet 50 mm, for å danne langtids krympingskontrollfuger.

Etter flere måneder hadde et antall av de skårede kontrollfuger

åpnet seg, men ingen sprekking av betongen hadde ellers tatt plass.

På grunn av det svært kalde været som etterfulgte legging av betongen ble fabrikkens gassdrevne stråleovner latt være på i 48 timer, men på tross av dette oppstod ingen krympingssprekker.

c) Over 4 tonn av oppfinnelsens fibre er blitt benyttet ved beskyttelse mot havet, for å beskytte store arealer av lavtliggende land i Lincolnshire, England fra å bli oversvømmet av Nordsjøen. To graderinger av betong er blitt benyttet, en 30 MPa og en 40 MPa, begge hadde høye sementsubstitusjoner for å kontrollere alkaliinnholdet.

Alvorlig plastisk oppbrekking har alltid blitt erfart i havbeskyttelsesbetong på grunn av blåsende og eksponerte betingelser. Det ble funnet at tilsetting av 0,9 kg av fibrene fra eksempel 1 førte til en dramatisk redusert forekomst av sprekking, og de totale resultater oppnådd har vist seg å være meget tilfredsstillende.

d) Tilnærmet 100.000 m^2 bilparkeringsgulv på bunnivå ble lagt i et handlesenter med betong som inneholdt oppfinnelsens fibre.

150 mm tykke betongplater ble fremstilt med inkorporering av bunnstålnett, men uten inkorporering av toppstålnett, betongen ble isteden fremstilt med 0,9 kg fiberbunter fra eksempel 1 pr. m^3. Betongen var en 30 MPa betong, 330 kg/m^2, luftinnførende med en 25 % slaggsementerstatning.

Fremstilling av så store betongplater, som hadde en størrelse på 8 x 16 meter, ville normalt være spesielt vanskelig, siden anvendelse av bunnstålnett forhindrer total platekrymping og følgelig induserer større krympingsspenning i betongen. Ingen sprekking ble imidlertid utvist i betongplatene som inneholdt oppfinnelsens fibre og det totale resultatet oppnådd har vært meget bra.

e) Et fabrikkgulv på over 6000 m^2, med en generell tykkelse på 150 mm ble lagt ved å anvende konvensjonell lekterlegging, med skårene krympingskontrollfuger.

Betongen var en høystyrke betong som inneholdt mikro-silika og med et sementinnhold på 350 kg/m^2, og ble fremstilt ved å benytte et standard super-plastifiserende tilsatsmiddel for å redusere vann/sementforholdet til under 0,5. Fibrene fra eksempel 1 ble anvendt i en mengde på 0,6 kg/m^3.

Det ble funnet at terningsfastheten som virkelig ble oppnådd var konsistent høyere enn antisipert. Resultatene har vist seg å være utmerket og angir at kombinasjon av høystyrkebetong, som er generelt anerkjent for å være mer utsatt for oppsprekking, med den sprekkinhiberende virkning av fibrene, er en utmerket kombinasjon.

PATENTKRAV:

1. Syntetiske fiberbunter konstruert for anvendelse i betong, mørtel eller sement, k a r a k t e r i s e r t v e d at fiberbuntene omfatter 10-10000 filamenter pr. bunt, filamentene består hovedsakelig av et polyolefin, såsom polypropylen eller polyetylen, en polyester, eller en blanding av de foregående, som har en lengde på 1-30 mm, en gjennomsnittlig transversell dimensjon på 5-30 μm og et profilforhold på 100-1000, hvor filamentene i hver bunt holdes sammen med et fuktemiddel, hvor fuktemiddelet gir de individuelle filamenter en overflatespenning som tillater dem å bli hovedsakelig homogent dispergert i en betong, en mørtel eller et lim, med konvensjonell blanding i konvensjonelt betongblandeutstyr.

2. Syntetiske fiberbunter i henhold til krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at fuktemiddelet er valgt fra en gruppe som består av fettsyreestere av glyserider, fettsyreamider, polyglykolestere, polyetoksylerte amider, ikke-ioniske overflateaktive stoffer, kationiske overflateaktive stoffer og blandinger av de ovenstående.

3. Syntetiske fiberbunter i henhold til krav 1 eller 2, k a r a k t e r i s e r t v e d at fibrene er hovedsakelig ikke-krympet og består i alt vesentlig av polypropylen.

4. Syntetiske fiberbunter i henhold til et av de foregående krav, k a r a k t e r i s e r t v e d at de individuelle filamenter har en lengde på 3-30 mm, såsom 5-25 mm, særlig 6-18 mm, og en gjennomsnittlig transversell dimensjon på 5-25 μm, særlig 10-20 μm.

5. Syntetiske fiberbunter i henhold til et av de foregående krav, k a r a k t e r i s e r t v e d at de omfatter 50-5000 filamenter pr. bunt.

6. Syntetiske fiberbunter i henhold til et av de foregående krav, k a r a k t e r i s e r t v e d at filamentene har et profilforhold på 200-800, særlig 400-700.

7. Fremgangsmåte til fremstilling av et sementbasert materiale, k a r a k t e r i s e r t v e d at fremgangsmåten omfatter:

- tilsetting til betong, mørtel eller sementblanding, til hvilken vann er blitt tilsatt, av mindre enn 1 vektprosent, basert på sementmaterialene, av syntetiske fiberbunter som omfatter 10-10000 filamenter pr. bunt, hvor filamentene består hovedsakelig av et polyolefin, såsom polypropylen eller polyetylen, en polyester, eller en blanding av de foregående, som har en lengde på 1-30 mm, en gjennomsnittlig transversell dimensjon på 5-30 μm og et profilforhold på 100-1000, hvor filamentene i hver bunt holdes sammen med et fuktemiddel, hvor fuktemiddelet gir de individuelle filamenter en overflatespenning som tillater dem å bli hovedsakelig homogent dispergert i en betong, mørtel eller lim, med konvensjonell blanding i konvensjonelt betongblandeutstyr,
- blanding av den resulterende blanding i en periode på minst 20 s for å oppnå en betong, mørtel eller limblanding, i hvilken de individuelle filamenter er hovedsakelig homogent distribuert, og
- støping av betongen, mørtelen eller limblandingen i en ønsket konfigurasjon, med valgfri inkorporasjon under støping, av tilleggslegemer såsom armering.

8. Fremgangsmåte i henhold til krav 7, k a r a k t e r i s e r t v e d at prefabrikert betong-, mørtel- eller sementblanding, til hvilken fiberbunter er blitt tilsatt, blandes i en tvangsblander i en periode på minst 20 s, typisk minst 30 s, for å oppnå en betong-, mørtel-, eller limblanding, i hvilken de individuelle filamenter er hovedsakelig homogent distribuert, eller ved at byggplassbetong-, -mørtel- eller -sementblanding, til hvilken fiberbunter er blitt tilsatt, blandes i en frittfallsblander i en periode på

minst 2 minutter, for å oppnå en betong-, mørtel- eller limblanding hvor de individuelle filamenter er hovedsakelig homogent distribuert.

9. Fremgangsmåte i henhold til krav 7 eller 8, k a r a k t e r i s e r t v e d at de syntetiske fiberbunter er tilsatt i en mengde på 0,05-0,5%, særlig 0,1-0,3%, såsom 0,15-0,25%, basert på vekten av sementmaterialene.

10. Fremgangsmåte i henhold til krav 7-9, k a r a k t e r i s e r t v e d at filamentene er hovedsakelig ikke-krympet og består i alt vesentlig av polypropylen.

11. Fremgangsmåte i henhold til et av kravene 7-10, k a r a k t e r i s e r t v e d at de individuelle filamenter har en gjennomsnittlig transversell dimensjon på 5-25 μm, særlig 10-20 μm.

12. Fremgangsmåte i henhold til et av kravene 7-11, k a r a k t e r i s e r t v e d at fuktemiddelet er utvalgt fra en gruppe som består av fettsyreestere av glyserider, fettsyreamider, polyglykolestere, polyetoksylerte amider, ikke-ioniske overflateaktive stoffer, kationiske overflateaktive stoffer og blandinger av de ovenstående.

13. Fremgangsmåte i henhold til et av kravene 7-12, k a r a k t e r i s e r t v e d at filamentbuntene er skåret til en lengde på 3-30 mm, såsom 5-25 mm, særlig 6-18 mm, og at de individuelle skårede filamenter har et profilforhold på 200-800, særlig 400-700.