



SUOMI—FINLAND
(FI)

Patentti- ja rekisterihallitus
Patent- och registerstyrelsen

[B] (11) KUULUTUSJULKAISU
UTLÄGGNINGSSKRIFT 65771

C (45) Patentti myönnetty 10 07 1984
Patent meddelat

(51) Kv.M.³/Int.Cl.³ C 04 B 31/30

(86) Kv. hakemus — Int. ansökan

(21) Patentihakemus — Patentansökan 804005

(22) Hakemispäivä — Ansökningsdag 22.12.80

(23) Aikupäivä — Giltighetsdag 22.12.80

(41) Tulut julkiseksi — Blivt offentlig 23.06.82

(44) Nähtävölkäpönen ja kuul.julkaisun pvm. —
Ansökan utlagd och utskriften publicerad 30.03.84

(32)(33)(31) Pyydetty etuolkeus — Begärd prioritet

(71) Oy Partek Ab, 21600 Parainen, Suomi-Finland(FI)

(72) Aulis Olavi Miettunen, Parainen, Suomi-Finland(FI)

(74) Berggren Oy Ab

(54) Menetelmä betonin tekemiseksi säänkestäväksi -
Förfarande för att göra betong väderleksbeständigt

(57) Tiivistelmä

Keksintö koskee menetelmää vesirakenteissa käytettävän betonin tekemiseksi säänkestäväksi betonin huokosiin imeytyneen veden jäätyneen suhteen. Ongelman tässä yhteydessä muodostaa jäätyvän veden laajenema ja siitä johtuva jännitystila betonissa. Keksinnön mukaan sekoitetaan betonimassaan pieni määrä mikrokokoja olevaa kumi-jauhetta, jolloin kumihiukkaset muodostavat tasapintaisia suljettuja puskureita joihin jäätyessään laajeneva vesi pääsee laajenemaan aiheuttamatta betoniin jännitystiloja. Kumihiukkaset jauhetaan käytettyjen autonrenkaiden kumiosasta.

(57) Sammandrag

Uppfinningen avser ett förfarande för att göra betong i vattenkonstruktioner väderleksbeständigt i förhållande till frysningen av det vatten som trängt in i betongens porer. Problemet i detta sammanhang utgöres av det frysande vattnets utvidgning och det därav följande spänningstillståndet i betongen. Enligt uppfinningen inblandas i betongmassan en liten mängd gummimjöl av mikrostorlek, varvid gummipartiklarna bildar slutna buffertar i vilka det utvidgade vattnet vid frysning kan utvidga sig utan att därvid förorsaka spänningstillstånd. Gummipartiklarna malas av gummidelarna från använda bildäck.

Menetelmä betonin tekemiseksi säänkestäväksi

Tämä keksintö kohdistuu menetelmään betonin tekemiseksi säänkestäväksi ja erityisesti sellaiseen menetelmään, jossa betonin huokosiin imeytyneelle vedelle järjestetään mahdollisuus laajeta veden jäätyessä.

Betoniteollisuudessa aiheuttaa jäätyvän veden paisuminen pulmia varsinkin vesirakenteiden yhteydessä. Betonin huokosiin imeytynyt ja jäätynyt vesi aikaansaa mikrohalkeamia, jotka ajan mittaan pienentävät betonin lujuutta. Vasta viime aikoina on tästä mikroprosessista saatu todelliselta vaikuttava kuva, mutta tyydyttäviä keinoja haittojen estämiseksi ei ole tähän mennessä tunnettu.

Jäätyvän veden aiheuttamien haittojen estämiseksi on betoniin tavalla tai toisella aikaansaatava mikrohuokosia, jotka eivät täyty betonin huokosiin imeytyneellä vedellä, mutta jotka sallivat jäätyvän veden paisua niihin. Huokoset on toisin sanoen saatava toimimaan pus-kureina.

Erään tähän mennessä käytetyn keinoon mukaan on kovettuvaan betoniin muodostettu suljettuja ilmakuplia. Tätä varten lisätään betonimassaan pinta-aktiivista ainetta, jonka ansiosta veden pintajännitys laskee, jolloin betoniin syntyy ilmakuplia.

Tämän tunnetun menetelmän haittana voidaan esittää seuraavaa:

- huokoset ovat turhan suuret betonin kapillaareihin nähden ja aiheuttavat betonin lujuuden vähenemistä,
- ilmakuplat eivät pysy homogeenisesti jakautuneina ja niiden määrä vähenee kuljetuksen aikana,

- kuplien muodostukseen käytetty lisähuokostusaine absorboituu osittain sementin lisäaineena nykyään yhä tavallisemmin käytetyn lentotuhkan hiileen betonimassan valmistus- ja kuljetusvaiheessa. Täten oikean lisähuokosmäärän saaminen betoniin on osoittautunut erittäin vaikeaksi.

Mainittua haittaa on kuitenkin pystytty pienentämään kehittämällä tarkoituksenmukaisia mikrohuokostimia. Tällainen on esimerkiksi kaupan oleva, muovirakkuloista koostuva Kleenopor SA-8. Muovirakkuloiden halkaisija vastaa betonissa olevien kapillaarien mittoja, joten ylisuuria tyhjätiloja ei synny. Tämän ja samankaltaisten mikrohuokostimien haittana voidaan kuitenkin esittää seuraavaa:

- aine on hyvin kallis,
- muovirakkulat ovat erittäin keveitä ja vaaditaan erikoistoimenpiteitä niiden sekoittamiseksi betonimassaan,
- muovirakkuloiden pinta on heikko, joten rakkuloiden rikkoutumisen välttämiseksi on sekoitus suoritettava tarkalleen määrättyssä järjestyksessä,
- muovirakkuloiden kalvo kestää korkeintaan $+70^{\circ}\text{C}$:n lämpötilan, minkä takia rakkulat eivät sovellu nykyisin yhä tavallisemmiksi tulleeisiin ns. kuumabetoniprojekteihin, joissa betonimassan lämpötila on $+80^{\circ}\text{C}$.

Suomalaisesta patentista FI-790 152 tunnetaan menetelmä, jonka tarkoitus sanallisen ilmaisumuodon mukaan on kompensoida tavannukaisessa betonimassassa aina tapahtuvaa kutistumista sisällyttämällä massaan hienoksijauhettua kumia, hiukkaskoon ollessa korkeintaan $10\text{ }\mu\text{m}$. Kumihiukkasilla ei kuitenkaan voida poistaa mikroskooppista kutistumaa. Se voidaan poistaa vain kemiallisesti ts. lisäaineilla, jotka kemiallisesti torjuvat kutistumisprosessin syntymisen.

Kumihiukkaset ovat vain mekaanisia esteitä välttämättömän kutistumisprosessin aiheuttamalle tilavuuden supistuspyrkimykselle. On siis tärkeätä, että kutistuma syntyy, jotta kumihiukkaset puristuisivat ja "kompensoiva" mekanismi toimisi hakemuksen mukaisesti.

65771

Kumihiukkasilla voidaan siis korkeintaan pienentää kutistumaa geometrisesti, koska ne puristuvat ts. synnyttävät tilavuuden supistumista vastustavia voimia. Kemiallinen kutistumisprosessi jatkuu vastustamattomana kunnes tasapainotilanne saavutetaan kumihiukkasten sisäisten voimien ja niiden kutistumisprosessin ansiosta syntyneiden pintavoimien välillä. Hakemuksen kohde siis aiheuttaa sen, että kovettuvassa betonissa syntyy sisäinen jännitystila, jonka vaikutuksesta sitovat ai-nekset pyrkivät erkanemaan toisistaan. On odotettavissa, että kumihiukkaset näin ollen synnyttävät alkuhalkeamia kovettuvassa betonissa. Kovettumisen jälkeen betonissa siis saattaa olla mikrohalkeamia ja se on sisäisessä jännitystilassa kumihiukkas-ten puristuksen takia. Kumihiukkasilla ei enää ole käyttötar-koitusta, koska ne jo ovat melkoisessa puristuksessa ts. ne ovat menettäneet suurimman osan elastisuudestaan.

Amerikkalaisen patentin US-4 035 192 tavoitteena on "notkean" ja iskuenergiaa absorboivan betonin aikaansaaminen lisäämällä massaan kumihiukkasia joiden koko on noin 250-850 μm . Tavoit-teena ei ole säänkestävän betonin aikaansaaminen.

Kumihiukkasten on oltava mahdollisimman suuria ilman että betonin lujuus merkittävästi pienenee. Betonin lujuuden yllä-pitämiseksi on kuitenkin varmistuttava, että tartunta kumihiuk-kasten ja muun massan välillä on luotettava. Tästä syystä kä-sitellään kumihiukkasia etukäteen tartuttamalla niihin kuumaa sementtiä tai tartuttamalla sementtiä kumihiukkasia ympäröi-vään kovettuvaan muovikerrokseen. Kumihiukkaset ts. varuste-taan jäykällä kuorella, mikä vastustaa niiden elastisuutta, eivätkä ne tällöin voi edullisesti toimia puskurina jäätyvälle vedelle. Tämä on luonnollista, koska ne eivät ole siihen teh-tävään tarkoitettut. Myös suuri halkaisija 250-850 μm on selvä osoitus siitä, että ei ole kysymys liikkuvan ja jäätyvän veden aiheuttamien haittojen estämisestä, koska näillä ulottuvaisuuk-silla ei juuri kapillaarivaikutusta synny.

Itävaltalaisen patentin AT-311 863 tavoitteena on nimenomaan säänkestävän betonin aikaansaaminen. Tavoite saavutetaan

sekoittamalla betoniin kovapolyuretaanivaahtoa.

Betonin säänkestävyyden parantaminen perustuu tekniikan tason mukaan siihen, että betoniin on tavalla tai toisella aikaansaattava mikrohuokosia, joiden tilavuusmäärän on oltava 4-5 %. Näihin huokosiin betoniin imeytynyt vesi pääsee jäätyessään laajentumaan. Tavoite on tunnettu esimerkiksi Kleenopor-aineen kautta, joka betoniin sekoitettavien pienten kaasutäyteisten rakkuloiden muodossa aikaansaa juuri tavoiteltuja huokosia. Polyuretaanivaahdo toimii tässä aivan samalla tavalla.

Polyuretaanivaahdon eräs huono ominaisuus on sen suuri hauraus. Kennot rikkoutuvat hyvin herkästi mekaanisesta vaikutuksesta. Polyuretaanivaahdon hauraus tarkoittaa myös sitä, että suljettu kenno ei ole elastinen. Sen ominaisuus tässä mielessä on verrattavissa suljettuun lasipalloon. Näin ollen suljettu polyuretaanivaahdon kenno ei toimi elastisen kumihiukkasen tavoin, vaan rikkoutuu hauraan aineen kaltaisesti jos paine on riittävän suuri. Alle tämän paineen kenno ei sanottavasti jousta.

Tämän keksinnön mukaisella menetelmällä on pystytty aikaansaamaan asetettu tavoite ja eliminoimaan edellä mainitut haitat ja menetelmän pääasiallisimmat tunnusmerkit ilmenevät oheisesta patenttivaatimuksesta 1.

Keksinnön mukaisesti sekoitetaan betonimassaan kokeilujen kautta löydetty sopiva määrä mikrokokoja olevaa kumijauhetta, joka edullisesti on jauhettu käytetyistä autonrenkaista. Jauhettava kumi voi olla luonnonkumia tai syn-

teettistä kumia tai edullisesti näiden eri seoksia. Edullisen seoksen muodostaa 30 % luonnonkumia ja 70 % synteettistä kumia, esimerkiksi styreenibutadieenin ja polybutadieenin muodossa.

Kumijauhetta käytetään tarkoin tarpeen mukaan optimoitua määrää, joka on välillä noin 0,2 ja 2 paino-% si-deaineen määrästä. Jauheen hiukkaskoon optimi löytyy väliltä 10 ja 250 μ m.

Käytetystä kumista, erityisesti käytetyistä autonrenkaiden valmistetun kumijauheen sekoittaminen betonimassoihin on kylläkin aikaisemmin tunnettua mutta ei samassa tarkoituksessa eikä samalla tuloksella.

Sveitsiläisen julkaisun CH-602 515 tavoitteena on kevyemmän betonin aikaansaaminen sekoittamalla betonimassaan fillerinä 10-90 % muovia ja/tai kumijätettä, joka ulottuvuusmitoiltaan on makroskooppista. Tärkein pyrkimys on riittävän tartunnan aikaansaaminen fillerin ja muiden komponenttien välillä betonin lujuuden säilyttämiseksi sekä kovettumisvaiheessa että lopullisesti kovettuneena.

Saksalaisen julkaisun DE 1 011 803 tavoitteena on kevyen jälkivalubetonin aikaansaaminen, erikoisesti alustoja ja lattioita varten. Muodostetulla betonilla tulee olla parannettuja lämmön- ja ääneneristysominaisuuksia ja sen tulee entistä paremmin hylätä kosteutta. Tämä aikaansaadaan sekoittamalla betonimassaan fillerinä makroskooppista suuruusluokkaa olevaa kumia. Mineraalisten lisäkuitujen avulla rasitukset tasoitetaan kolmiulotteisiksi.

Brittiläisen julkaisun GB 1 362 614 tavoitteena on kevyen laastin tai betonin aikaansaaminen jolla on parannettuja lämmön- ja ääneneristysominaisuuksia. Tämä aikaansaadaan sekoittamalla massaan fillerinä mm. vähintään 50 %

käytetyistä autonrenkaista jauhettua kumia, jonka raesuuruus on korkeintaan 10 mm.

Suomalaisen hakemuksen FI 790152 tavoitteena on betonimassojen kutistumisen kompensointi. Tähän pyritään sekoittamalla betonimassaan käytetyistä autonrenkaista jauhettua kumia, jonka hiukkaskoko on korkeintaan 10 μ m ja määrä korkeintaan 35 % vahvistekuitumäärästä. Kohde edellyttää siis myös vahvistekuitujen käyttämistä, jolloin kumin määrän suhde kuitujen määrään on tärkeä.

Missään näistä tunnetuista menetelmistä ei ole kuitenkaan käsitelty betonin huokosiin imeytyneen veden jäätymisestä aiheutuvia ongelmia ja niiden ratkaisemista ja vain suomalaisen hakemuksen FI 790152 mukaisessa menetelmässä on käytetty mikrokokoista kumijauhetta, alle 10 μ m, joka kuitenkin on pienempää kuin esillä olevassa menetelmässä, mutta siinä on kumijauheen lisäksi käytetty vahvistekuituja ja menetelmän tarkoituksena on kompensoida betonin normaali kutistuminen.

Keksinnön mukainen menetelmä perustuu siis siihen, että aikaisemmin käytetyt ilmakuplat ja muovirakkulat korvataan mikrokoko-olevilla kumijauhehiukkasilla. Betonimassaan sekoitetaan tarpeen mukaan tarkoin optimoitu määrä, 0,2-2 % sideaineen määrästä, jauhettua kumia, erityisesti käytetyistä autonrenkaista valmistettua kumijauhetta. Käytetty kumi on näin ollen yleensä luonnon- ja synteettisen kumin seos ja sisältää edullisesti esimerkiksi 30 % luonnonkumia ja 70 % synteettistä kumia, esimerkiksi styreenibutadieeniä ja polybutadieeniä. Kumijauheella saadaan betoniin ne tilat, joihin betonissa jäätyvän veden paine pääsee purkautumaan. Jään sulaessa kokoonpuristunut elastinen kumi työntää jälleen veden pois ja on valmis taas paineen vaikutuksesta puristumaan kokoon. Optimi hiukkaskoolle löytyy alueelta 10-250 μ m. Kumihiukkaset muodostavat kovettuneeseen betoniin tasapintaisia, suljettuja mikrohuokosia. Tasapintaisuus on tärkeä dislokaatioiden siirtymisen estämiseksi.

Sulkeutuneisuus on tärkeä, jotta huokoset toimisivat puskureina jäätyessään paisuvalle vedelle.

Betonin säänkestävyys jäätymislaajeneman suhteen ilmaistaan betoniteknologiassa ns. jäätymislaajenemaluvulla. Jäätymislaajenema ilmoittaa vesisäilytyksessä olleen koekappaleen pituudenmuutoksen jäädytysvaiheessa verrattuna lämpötilakertoimen mukaan laskettuun pituudenmuutokseen. Mitä negatiivisempi tämä luku on sitä paremmin betoni kestää jäätyvän veden aiheuttamia rasituksia. Sen ollessa positiivinen betonisessa koekappaleessa valitsee vetojännitystila ts. halkeilulle altis jännitystila.

Kaikissa menetelmän mukaan valmistetuissa ja tarkistetuissa koekappaleissa jäätymislaajenemaluku on ollut negatiivinen, joista seuraavassa pari esimerkkiä:

Esimerkki 1

Kumijauhemäärä: 0,5 paino-% sideainemäärästä
Rakeisuus: noin 100 μm
Jäätymislaajenema: - 27 $\mu\text{m}/\text{m}$

Esimerkki 2

Kumijauhemäärä: 1,5 paino-% sideainemäärästä
Rakeisuus: 80-200 μm
Jäätymislaajenema: - 42 $\mu\text{m}/\text{m}$

Keksinnön mukaisen menetelmän olennaisia etuja ovat seuraavat:

Kumijauheella sekoitettu betonimassa kestää luonnollisesti ns. kuumabetonin vaatiman lämpötilan 80° . Menetelmä on helppo toteuttaa koska jauhettu kumi on helposti juoksevaa eikä paakkumaista ja voidaan sen takia annos-

tella suoraan betoniin. Kumijauheen valmistaminen on myös yksinkertaista. Käytöstä poistetuista autonrenkaista kuoritaan kumiosa irti tunnetulla menetelmällä ja jauhetaan sopivaan halkaisijasuuruuteen. Jauhaminen voidaan tarvittaessa suorittaa alhaisessa lämpötilassa jauhatusenergiatarpeen minimoimiseksi. Keksinön mukaisen menetelmän suurimpia etuja on näin ollen sen yksinkertaisuus ja ennenkaikkea sen alhainen hinta, johon olennaisesti vaikuttaa se, että raaka-aineena käytetään jätetavaraa.

Patenttivaatimukset

1. Menetelmä betonin tekemiseksi säänkestäväksi järjestämällä betonin huokosiin imeytyneelle vedelle mahdollisuus laajeta veden jäätyessä, t u n n e t t u siitä, että betonimassaan sekoitetaan kumijauhetta, jonka hiukkaskoko on välillä 10-250 μ m.
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että kumijauhetta lisätään 0,2-2 paino-% sideainemäärästä laskettuna.
3. Patenttivaatimuksen 1 tai 2 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että kumijauhe on jauhettu käytetyistä autonrenkaista.
4. Jonkin edellisen patenttivaatimuksen mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että kumijauhe on luonnonkumia tai synteettistä kumia tai näiden seosta.
5. Patenttivaatimuksen 4 mukainen menetelmä, t u n n e t t u siitä, että kumijauhe on seos, joka sisältää 30 % luonnonkumia ja 70 % synteettistä kumia, joka on esimerkiksi styreenibutadieenin ja polybutadieenin seosta.

Patentkrav

1. Förfarande för att göra betong väderbeständig genom att göra det möjligt för det i betongens porer insugna vattnet att utvidga sig vid dess frysning, k ä n n e t e c k n a t av att det i betongmassan blandas gummimjöl, vars partikelstorlek är mellan 10 och 250 μ m.
2. Förfarande enligt patentkravet 1, k ä n n e t e c k n a t av att gummimjölet tillföres i en mängd om 0,2-2 vikt-% räknat på bindemedelsmängden.
3. Förfarande enligt patentkravet 1 eller 2, k ä n n e t e c k n a t av att gummimjölet är malet av använda bildäck.
4. Förfarande enligt något av de föregående patentkraven, k ä n n e t e c k n a t av att gummimjölet är naturgummi eller syntetgummi eller en blandning av dessa.
5. Förfarande enligt patentkravet 4, k ä n n e t e c k n a d av att gummimjölet är en blandning som innehåller 30 % naturgummi och 70 % syntetgummi, som utgöres av exempelvis av en blandning av styrenbutadien och polybutadien.

Viitejulkaisuja-Anförda publikationer

Julkisia suomalaisia patenttihakemuksia:-Offentliga finska patentansökningar:
790152 (C 04 B 31/30).
Patenttijulkaisuja:-Patentskrifter: Itävalta-österrike(AT) 311 863.
USA(US) 4 035 192 (C 04 B 7/35).