



NORGE

(12) PATENT

(19) NO

(11) 322064

(13) B1

(51) Int Cl.

C04B 28/02 (2006.01)

C04B 22/06 (2006.01)

C04B 22/08 (2006.01)

C04B 22/14 (2006.01)

C04B 40/00 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	19964407	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	
(22)	Inng.dag	1996.10.16	(85)	Videreføringsdag	
(24)	Løpedag	1996.10.16	(30)	Prioritet	1995.10.17, JP, 268178/95
(41)	Alm.tilgj	1997.04.18			
(45)	Meddelt	2006.08.07			
(73)	Innehaver	Denki Kagaku Kogyo KK , 4-1, Yuraku-cho 1-chome, Chiyoda-ku, Tokyo, JP			
(72)	Oppfinner	Akitoshi Araki, Nishikubiki-gun, Niigata-ken, JP Kenkichi Hiarno, Nishikubiki-gun, Niigata-ken, JP Kazuyuki Mizushima, Nishikubiki-gun, Niigata-ken, JP Isao Terashima, Nishikubiki-gun, Niigata-ken, JP Masahiro Iwasaki, Nishikubiki-gun, Niigata-ken, JP Akira Watanabe, Nishikubiki-gun, Niigata-ken, JP			
(74)	Fullmektig	Bryn Aarflot AS , Postboks 449 Sentrum, 0104 OSLO, NO			

(54)	Benevnelse	Sprayemateriale og fremgangsmåte for spraying under anvendelse av materialet			
(56)	Anførte publikasjoner	JP A 58190849, JP A 63075085, US 3973978			
(57)	Sammendrag				

Et sprayemateriale som omfatter sementmørtel, omfattende sement og gips som hovedkomponenter, og et akselereringsmiddel omfattende kalsiumaluminat som en hovedkomponent.

Den foreliggende oppfinnelse angår et spraymateriale for spraying på en overflate av et naturlig udekket underlag i en tunnel for f.eks. en vei, en jernbane eller en høyhastighetsvei ("raceway"), og en fremgangsmåte for spraying hvor dette anvendes. For den foreliggende oppfinnelses formål innbefatter sementmørtel generelt velling, mørtel og betong.

Når det gjelder kjent teknikk på området vises det til US 3.973.978; JP-A-58190849 samt JP-A-63075085.

10 Fra US 3.973.978 er det kjent en hurtig herdende sement, som er kjennetegnet ved blanding av et hurtig herdende middel som omfatter løselig aluminium og et uorganisk sulfat med sement og hurtig påføring.

Videre er det fra JP-A-58190849 kjent et spraymateriale som inneholder "kalsium sulfoaluminat" som hovedkomponenten, og kalsium sulfoaluminatet blir ikke blandet med Portland sement, men anvendes i stedet for sement. Kalsium sulfoaluminatet anvendt i stedet for sement er en forbindelse som oppnås ved substitusjon av en del av kalsiumaluminat med SO_3 . Kalsium sulfoaluminatet blir derfor ikke blandet med Portland sement, men blir anvendt som et spraymateriale som blir fremstilt ganske enkelt ved blanding med gips og lignende.

I JP-A-58190849 blandes kalsium sulfoaluminat fremstilt ved blanding og brenning av et kalkholdig materiale, et aluminiumholdig materiale og gips, med gips og lesket kalk, og blandingen som blir fremstilt slik blir straks herdet ved blanding med vann umiddelbart før anvendelse.

JP-A-63075085 omhandler en hurtig herdende mørtel som inneholder gips.

For forhindring av sammenbryting av naturlig underlag som f.eks. eksponeres ved utgraving av en tunnel, har det hittil vært anvendt en fremgangsmåte for spraying av hurtigstivnende betong med et akselereringsmiddel blandet i betongen (japansk gransket patentpublikasjon nr. 4149/1977).

Denne fremgangsmåte er en fremgangsmåte hvor sprayebetong fremstilles i et anlegg for måling og blanding av sement, tilslag og vann, vanligvis oppført på et utgravingssted. Sprayebetongen transporteres ved hjelp av en lastebil

med røreverk, tilføres under trykk ved hjelp av betongpumpe, og blandes i et koplingsrør som er plassert i en mellomposisjon i rørledningen, idet et akselereringsmiddel tilføres under trykk fra en annen tilførselsledning, under dannelse
5 av hurtigstivnende sprayebetong, som sprayes på overflaten av det naturlige underlag inntil tykkelsen når et forbestemt nivå.

Ved denne fremgangsmåte er tilbakestøttingsforholdet ("rebound ratio"), dvs. forholdet mellom mengden som løsner
10 ("falling off") uten å feste til det naturlige underlag, og den totale sprayede mengde, så høyt som fra 15 til 30 vekt%, og støvingen er betydelig, hvorved det fryktes en uheldig virkning av det dårlige arbeidsmiljø, så som pneumokoniose. En fremgangsmåte hvorved tilbakestøttingsforholdet og
15 støvingen er mindre har følgelig vært ønsket, men det har ennå ikke vært tilgjengelig noe egnet tilfredsstillende sprayemateriale eller sprayefremgangsmåte, og forbedringer har vært sterkt ønsket. Vanlige akselereringsmidler består hovedsakelig av kalsiumaluminat eller et alkalimetall-
20 aluminat, og er således sterkt alkaliske. Hvis følgelig støvet eller tilbakestøttingsmaterialet festes til huden, vil det sannsynligvis bli hudirritasjon, og det har vært nødvendig med tilhørende pleie (japansk gransket patentpublikasjon nr. 27457/1981).

25 Betong som inneholder et vanlig akselereringsmiddel gir god økning av begynnelsesstyrken sammenliknet med betong som ikke inneholder noe akselereringsmiddel, men dens styrketilførende egenskap har tendens til å være dårlig, slik at styrken over lang tid er fra 30 til 50% lavere enn for betong som ikke inneholder noe akselereringsmiddel.
30

Begynnelsesstyrken er imidlertid i de fleste tilfeller tilstrekkelig høy til forhindring av sammenbryting av naturlig underlag ved en vanlig NATM-metode, og når det gjelder et ustabilt naturlig underlag, er den sprayede tykkelse
35 blitt gjort tykk for oppnåelse av tilstrekkelig styrke.

Ut fra et økonomisk eller arbeidseffektivitetssynspunkt er det imidlertid ikke så ønskelig å gjøre den sprayede tykkelse tykk. Særlig ved utgraving av en tunnel med stort tverrsnitt er det viktig å forbedre styrken hos

sprayet betong, å gjøre den sprayede tykkelse tynn og å forkorte påføringstidsrommet eller utgravingssyklusen, ut fra et økonomisk og driftseffektivitets-synspunkt.

For øking av korttidsstyrken ved anvendelse av kalsium-
5 aluminat som akselereringsmiddel økes vanligvis mengden av akselereringsmidlet. Hvis imidlertid akselereringsmidlet innarbeides i en mengde som overstiger 10 vektdeler pr. 100 vektdeler sement, har blandingsegenskapen for akselereringsmidlet med betong tendens til å være dårlig, hvorved dannel-
10 se av støv har tendens til å øke, eller det har vært et problem at siden akselereringsmidlet anvendes i stor mengde, blir det nødvendig å supplere akselereringsmidlet under spraying, hvorved driftseffektiviteten har tendens til å være dårlig.

15 Det er videre blitt foreslått en fremgangsmåte for forberedende innarbeidelse av gips og kalsiumaluminat, som et middel til oppnåelse av høy styrke etter spraying og redusering av reduksjonen i styrke sammenliknet med betong som ikke inneholder noe akselereringsmiddel (japanske ikke-
20 granskede patentpublikasjoner nr. 16717/1975 og nr. 25623/1975).

Når det imidlertid anvendes et akselereringsmiddel omfattende kalsiumaluminat og gips, er det nødvendig å inn-
25 arbeide et slikt akselereringsmiddel i en mengde på minst 10 vekt% i sement, eller til og med minst 20 vekt% når det er nødvendig med høy langtidsstyrke.

For anvendelse av et akselereringsmiddel transporteres for tiden akselereringsmidlet sammen med mange andre mate-
30 rialer i en lang tunnel, og det er nødvendig med håndkraft for å tilføre akselereringsmidlet til et apparat for tilset-ting av akselereringsmidlet. Ellers tilføres akselereringsmidlet under trykk med luft og blandes kontinuerlig med betong som tilføres separat under trykk, ved en våtsystem-sprayemetode som anvendes for redusering av støv.

35 Det vanlige akselereringsmiddel anvendes i en mengde på høyst 10 pluss noen få vektprosent, vanligvis fra 5 til 10 vekt%. basert på sementen. Selv i tilfeller hvor betong anvendes i en mengde på fra noen få kubikkmeter til noen få titalls kubikkmeter ved én sprayeoperasjon, hvis et apparat

for tilsetting av akselereringsmiddel på forhånd fylles fullstendig med akselereringsmidlet, har det følgelig ikke lenger vært nødvendig å supplere akselereringsmidlet under operasjonen, siden et vanlig apparat for tilsetting av akselereringsmiddel har en kapasitet på ca. 150 kg.

I tilfeller hvor akselereringsmidlet som omfatter kalsiumaluminat og gips, anvendes for oppnåelse av høy styrke og lav reduksjon i styrke, er det imidlertid nødvendig å tilsette et slikt akselereringsmiddel i en mengde på 10 fra 10 til 20 vekt% til sement. Følgelig er mengden av akselereringsmiddel som er nødvendig for én operasjon, meget stor, særlig når det gjelder en tunnel med stort tverrsnitt som fordrer spraying av en stor mengde sprayemateriale, og i mange tilfeller blir apparatet for tilsetting av akselereringsmiddel tomt og det blir nødvendig å stoppe sprayeoperasjonen og å supplere akselereringsmidlet, eller hvis akselereringsmidlet blir brukt opp under operasjonen, er det fare for at betongen løsner.

Det har således vært alvorlige problemer utfra et 20 sikkerhets- og driftseffektivitets-synspunkt når det gjelder tilsetting av en stor mengde av akselereringsmidlet på et sted hvor det er en tunnel, hvor spraying er blitt utført så hurtig som mulig for å forhindre sammenbryting av naturlig underlag etter utgraving. Det har følgelig vært et sterkt 25 ønske om å redusere mengden av akselereringsmiddel som må tilsettes på stedet, for spraying.

Hvis dessuten akselereringsmidlet tilsettes i stor mengde, har dens blandeegenskap med betong tendens til å være dårlig, hvorved styrken har tendens til delvis å variere, noe som har tendens til å bevirke løsning, og det vil bli et ytterligere problem slik at støvingen vil øke. Også i disse henseender har høystyrke-sprayepåføring vært praktisk talt umulig dersom ikke mengden av akselereringsmiddel for iblanding på sprayeoperasjonstidspunktet reduseres.

35 Når det gjelder akselereringsmidlet hvor kalsiumaluminat og gips er blandet sammen, antas det videre at overflaten av kalsiumaluminat blandet med gips reagerer med vanninnholdet, fuktigheten i luften eller fritt SO₃ i gipsen, hvorved det, skjønt man ikke er fullstendig klar over meka-

nismen, har vært et problem at stivnetid ved begynnelsesstivningen og sluttstivningen ved sprayeoperasjonen har tendens til å forlenges etterhvert som antallet dager øker etter blanding av kalsiumaluminat med gips.

5 Hvis stivnetiden for sprayematerialet forlenges, vil det oppstå problemer slik at den sprayede betong på tunnelens tak-del sannsynligvis vil løsne, sprayematerialet kan vanskelig feste når det finnes kildevann, og tilbakestøttingsforholdet øker, hvorved sikker, konstant høystyrkespraypåføring blir umulig.

Det har således vært umulig å foreta høykapasitets-spraying i stor målestokk for høystyrke-spraying, og installasjonsomkostningene for apparatet for tilsetning av akselereringsmiddel har vært meget høye.

15 De nærværende oppfinnere har utført forskjellige undersøkelser når det gjelder problemer som oppstår når sprayet betong skal gis høy styrke, og som resultat har man funnet det mulig å løse slike problemer ved utførelse av spraying ved hjelp av et visst spesifikt sprayemateriale. Den fore-

20 liggende oppfinnelse er blitt gjennomført på basis av denne oppdagelse.

Foreliggende oppfinnelse omfatter et sprayemateriale, kjennetegnet ved at det omfatter en tokomponent-blanding av

- 25 (1) sementmørtel omfattende 100 vektdeler av en blanding av sement og gips og fra 35 til 60 vektdeler vann; og
- (2) et akselereringsmiddel omfattende kalsiumaluminat.

30 Foreliggende oppfinnelse tilveiebringer videre et sprayemateriale kjennetegnet ved at det kan oppnås ved å tilføre separat under trykk sementmørtel, et akselereringsmiddel, og gips, hvori akselereringsmidlet omfatter kalsiumaluminat.

35 Videre vedrører oppfinnelsen en fremgangsmåte for spraying kjennetegnet ved at den omfatter anvendelse av sprayematerialet beskrevet i det foregående.

Den foreliggende oppfinnelse vil nå bli beskrevet detaljert.

Sement som anvendes ved den foreliggende oppfinnelse, kan f.eks. være forskjellige Portlandsement-typer så som normal Portlandsement, Portlandsement med høy tidlig styrke, Portland med moderat oppvarming og ultrahøy tidlig styrke, 5 forskjellige blandede sementtyper med masovn-slagg eller flygeaske tilblandet til slike Portlandsement-typer, finpulver-sement og sement som inneholder fluorkalsiumaluminat (i det følgende ganske enkelt omtalt som fluorsement-typer). Det kan anvendes hvilken som helst sement for oppnåelse av 10 god begynnelsesstyrke og langvarig styrke. Finpulver-sement er imidlertid foretrukket, siden det derved kan ventes ytterligere forbedring i styrke.

Finpulver-sement for anvendelse ved den foreliggende oppfinnelse er en sementtype med et spesifikt Blaine-overflateareal større enn $3.200 \text{ cm}^2/\text{g}$ vanlig sement, og dess 15 større det spesifikke Blaine-overflateareal er, dess bedre, siden reaksjonsaktivitetene er sterke. Når man imidlertid tar i betraktning pulveriseringsevnen og klassifiserings-evnen som er egnet for driftseffektiviteten og økonomien, er 20 det spesifikke Blaine-overflateareal fortrinnsvis minst $4.500 \text{ cm}^2/\text{g}$, mer foretrukket fra 5.000 til $8.000 \text{ cm}^2/\text{g}$. Hvis det er under $4.500 \text{ cm}^2/\text{g}$, vil styrken i noen tilfeller ikke kunne forbedres. Sement for finpulverisering kan være en sement av de typer som er nevnt ovenfor.

25 Fremgangsmåten for fremstilling av finpulver-sementen er ikke spesielt begrenset, og kan være en fremgangsmåte hvorved det oppnås fint pulver bare ved pulverisering, en fremgangsmåte for oppnåelse av fint pulver bare ved sortering, eller en fremgangsmåte for oppnåelse av fint pulver 30 ved hjelp av en kombinasjon av pulverisering og sortering. En best egnet fremgangsmåte kan velges for anvendelse ved at man tar i betraktning det økonomiske aspekt og driftseffektiviteten. For eksempel kan det nevnes en fremgangsmåte ved hvilken sementklinker oppnådd ved kalsinering i en kalsineringsovn i et vanlig sementfremstillingsanlegg pulveriseres 35 f.eks. ved hjelp av en kulemølle, og det oppnådde sementpulver sorteres ved hjelp av en sorteringsanordning under oppnåelse av finpulver-sement.

Fluorsement for anvendelse ved den foreliggende oppfinnelse er en sementtype hvor fluorkalsiumaluminatet er tilsett og tilblandet til ovennevnte sement.

Det er videre mulig å anvende en sementtype som oppnås ved tilsetning av et fluorholdig materiale, så som fluoritt, i tillegg til sementmaterialer på tidspunktet for fremstilling av sementen, fulgt av kalsinering i en ovn.

Fluorkalsiumaluminat er et kalsiumaluminat som inneholder fluor, og det kan f.eks. være et pulverisert produkt av et varmebehandlet produkt fremstilt ved at minst ett CaO i kalsiumaluminat med formelen C_3A , $C_{12}A_7$, CA eller CA_2 , hvor C er CaO og A er Al_2O_3 , erstattes med CaF_2 . Det er også mulig å anvende fluor-auin med formelen $C_3A \cdot SO_3 \cdot CaF_2$, hvor ett CaO i $C_4A_3 \cdot SO_3$ er erstattet med CaF_2 .

Med hensyn til oppnåelse av den styrkegivende egenskap, er det foretrukket å anvende $C_{11}A_7 \cdot CaF_2$ hvor ett CaO i $C_{12}A_7$ er erstattet med CaF_2 , eller fluor-auin med formelen $C_3A_3 \cdot SO_3 \cdot CaF_2$ hvor ett CaO i $C_4A_3 \cdot SO_3$ er erstattet med CaF_2 .

Som en fluorholdig mineralkomponent er fluorkalsiumaluminat i fluorsement fortrinnsvis i en mengde på fra 5 til 100 vektdeler, mer foretrukket fra 10 til 60 vektdeler, pr. 100 vektdeler av sementen. Hvis det er under 5 vektdeler, kan ikke virkningene av fluorsement oppnås på tilstrekkelig måte, og hvis det overstiger 100 vektdeler, vil den styrkegivende egenskap kunne forringes.

Gips for anvendelse ved den foreliggende oppfinnelse innarbeides i sement for det formål å gi høy styrke til sprayet betong. Gipsen innbefatter vannfri gips, hemihydratgips og gips-dihydrat, og én eller flere av dem kan anvendes. Blant disse er det foretrukket å anvende vannfri gips for oppnåelse av den styrkegivende egenskap.

Gipsens partikkelstørrelse kan være på et nivå som vanligvis anvendes for vanlig sement, f.eks. på et nivå med en spesifikk Blaine-overflate som overstiger $3.000 \text{ cm}^2/\text{g}$, og dess finere, dess bedre.

Gips anvendes fortrinnsvis i en mengde på fra 1 til 25 vektdeler, mer foretrukket fra 5 til 20 vektdeler, pr. 100 vektdeler sement. Når det imidlertid anvendes fluorsement, er mengden gips fortrinnsvis fra 1 til 25 vektdeler, mer

foretrukket fra 5 til 20 vektdeler, pr. 100 vektdeler sement i fluorsementen. Hvis den er mindre enn 1 vektdel, er det tendens til at den vanskelig kan befordre den langvarige styrkegivende egenskap, og hvis den overstiger 25 vektdeler, er det tendens til at begynnelsesstivningen forsinkes, adhesjonen til naturlig underlag har tendens til å være lav, eller betongen har tendens til å utvides i et langt tidsrom, hvorved det er sannsynlig at betongen sprekker.

For forbedring av den langvarige styrke, kan gips videre ved den foreliggende oppfinnelse tilsettes til akselereringsmidlet. I et slikt tilfelle kan mengden av akselereringsmidlet omfattende kalsiumaluminat og gips reduseres ved anvendelse av sementmørtel omfattende sement og gips.

Gipsmengden som tilsettes til akselereringsmidlet, er fortrinnsvis fra 10 til 200 vektdeler, mer foretrukket fra 50 til 150 vektdeler, pr. 100 vektdeler kalsiumaluminat. Hvis mengden er under 10 vektdeler, er det tendens til at det ikke oppnås noen tilstrekkelig virkning, og hvis den overstiger 200 vektdeler, er det tendens til at akselereringsegenskapene er lave. Når sementmørtel og akselereringsmidlet blandes, er den totale mengde gips fortrinnsvis fra 1 til 25 vektdeler pr. 100 vektdeler sement. Hvis den totale mengde er under 1 vektdel, kan det ikke ventes noen tilstrekkelig styrkegivende effekt, og hvis den overstiger 25 vektdeler, er det sannsynlig at betongen utvides og sprekker.

Akselereringsmidlet for anvendelse ved den foreliggende oppfinnelse omfatter kalsiumaluminat som hovedkomponent.

Kalsiumaluminatet som anvendes ved den foreliggende oppfinnelse, er det som oppnås ved at en blanding av CaO-materiale, Al_2O_3 -materiale, osv. underkastes varmebehandling så som kalsinering i en kalsineringsovn eller smelting i en elektrisk ovn, og det er en akselereringskomponent som bevirker stivning av betongen på et begynnelestrinn.

Mineralkomponenten i kalsiumaluminatet kan f.eks. være et pulverisert produkt av et varmebehandlet produkt var kalsiumaluminat representert ved formelen C_3A , $C_{12}A_7$, CA eller CA_2 hvor C er CaO og A er Al_2O_3 . Videre kan andre mineralkomponenter f.eks. være kalsiumaluminiumsilikat inneholdende

SiO₂, C₁₁A₇·CaX₂ (hvor X er halogen så som fluor) hvor ett CaO i Ca₁₂A₇ er erstattet med CaF₂, Ca₄A₃·SO₃ inneholdende en SO₃-komponent, aluminiumoksyd-sement, og kalsiumaluminat i hvilket et alkalimetall så som natrium, kalium eller
 5 litium er delvis faststoff-solubilisert. Blant disse er amorft kalsiumaluminat oppnådd ved bråavkjøling av et varmebehandlet produkt svarende til C₁₂A₇ foretrukket utfra et reaksjonsaktivitets-synspunkt.

Partikkelstørrelsen av kalsiumaluminat er fortrinnsvis
 10 på et nivå med en Blaine-verdi på minst 3.000 cm²/g, mer foretrukket minst 4.000 cm²/g, utfra et akselereringsegenskaps-synspunkt og på grunn av den begynnelsesstyrke-tilveiebringende egenskap. Hvis Blaine-verdien er under 3.000 cm²/g, er det tendens til at akselereringsegenskapen eller
 15 den begynnelsesstyrke-tilveiebringende egenskap er lav.

Kalsiumaluminat anvendes fortrinnsvis i en mengde på fra 1 til 20 vektdeler, mer foretrukket fra 5 til 15 vektdeler, pr. 100 vektdeler sement. Hvis mengden er under 1 vektdel, er det tendens til at begynnelsesstivningen blir
 20 vanskelig, og hvis den overstiger 20 vektdeler, er det tendens til at egenskapen som gir langvarig styrke, forringes.

For det formål å forbedre begynnelsesstivningen eller begynnelsesstyrken, er det ved den foreliggende oppfinnelse mulig å innarbeide et alkalimetall-aluminat eller et alkali-
 25 metall-karbonat sammen med kalsiumaluminat som akselereringsmiddel.

Alkalimetall-aluminatet for anvendelse ved den foreliggende oppfinnelse er ett som beforder begynnelsesstivningen. Alkalimetall-aluminatet kan f.eks. være litiumaluminat,
 30 natriumaluminat og kaliumaluminat, og det kan anvendes ett eller flere av disse aluminater.

Alkalimetall-aluminatet anvendes fortrinnsvis i en mengde på fra 1 til 50 vektdeler, mer foretrukket fra 2 til 25 vektdeler, pr. 100 vektdeler kalsiumaluminat. Hvis den er
 35 mindre enn 1 vektdel, er det tendens til at det ikke oppnås noen tilstrekkelige virkninger, og hvis den overstiger 50 vektdeler, er det tendens til at egenskapen som gir langvarig styrke, forringes.

Alkalimetall-karbonatet for anvendelse ved den foreliggende oppfinnelse er ett som forbedrer begynnelsesstyrken. Alkalimetall-karbonatet kan f.eks. være natriumkarbonat, kaliumkarbonat eller natriumbikarbonat, og ett eller flere av disse alkalimetall-karbonater kan anvendes. Når alkalimetall-karbonatet anvendes i kombinasjon med alkalimetallaluminatet, vil den hurtigstivnende kraft forbedres.

Alkalimetall-karbonatet anvendes fortrinnsvis i en mengde på fra 0,5 til 200 vektdeler, mer foretrukket fra 1 til 50 vektdeler, pr. 100 vektdeler, kalsiumaluminat. Hvis den er mindre enn 0,5 vektdeler, er det tendens til at det ikke oppnås noen tilstrekkelige virkninger, og hvis den overstiger 200 vektdeler, er det tendens til at den langvarige styrke blir lav.

Mengden akselereringsmiddel som anvendes er ikke spesielt begrenset, men den er fortrinnsvis fra 1 til 20 vektdeler, mer foretrukket fra 5 til 15 vektdeler, pr. 100 vektdeler sement. Hvis den er under 1 vektdel, er det tendens til at begynnelsesstivningen blir vanskelig, og hvis den overstiger 20 vektdeler, er det tendens til at egenskapen som gir langvarig styrke, forringes.

Ved den foreliggende oppfinnelse er det videre mulig å innarbeide én eller flere bestanddeler valgt fra gruppen som består av fosfater, aminer, støvreduserende midler, fibermaterialer, sulfitter, vannreduseringsmidler, stivningsretardatorer, stivningsakseleratorer og ultrafine pulver.

Fosfatene for anvendelse ved den foreliggende oppfinnelse er slike som forbedrer kraft-tilførselsegenskapen hos sprayebetong. Når sprayebetong holdes i eltet tilstand, kan sprayebetongens fluiditet opprettholdes i et forholdsvis langt tidsrom, spesielt ved tilsetning av fosfatene, selv om den anvendte vannmengde er liten.

Fosfatene er en type stivningsretardatorer. Imidlertid kan det, i motsetning til med stivningsretardatorer så som organiske syrer eller alkalimetall-karbonater, oppnås vesentlige retarderende effekter med en liten mengde, slik at det kan sikres en tilstrekkelig fluiditet, selv ved anvendelse av en liten mengde vann. I de tilfeller hvor det anvendes organiske syrer eller alkalimetall-karbonater, er

det nødvendig med en stor mengde av slike retardatorer for å gi betong tilstrekkelig fluiditet, hvis den anvendte vannmengde er liten, og følgelig er det tendens til at den styrkegivende egenskap er dårlig selv om det tilsettes en akselerator i stor mengde, mens fosfater ikke gir noen vesentlig uheldig virkning når det gjelder den styrkegivende egenskap etter tilsetting av akselereringsmidlet.

Fosfatene innebefatter f.eks. natriumsalter og kaliumsalter av fosforsyre, pyrofosforsyre, trimetafosforsyre, heksametafosforsyre, tripolyfosforsyre og tetrapolyfosforsyre. Det kan f.eks. nevnes natrium-primærfosfat, natriumsekundærfosfat, natrium-tertiærfosfat, kalium-primærfosfat, kaliumsekundærfosfat, kalium-tertiærfosfat, natriumpyrofosfat, kaliumpyrofosfat, natriumtrimetafosfat, kaliumtrimetafosfat, natriumheksametafosfat, kaliumheksametafosfat, natriumtripolyfosfat, kaliumtripolyfosfat, natriumtetrapolyfosfat og kaliumtetrapolyfosfat. Ett eller flere av disse fosfater kan anvendes. Blant disse er det foretrukket å anvende natrium-primærfosfat eller natriumtripolyfosfat utfra hensynet til den styrkegivende egenskap.

Partikkelstørrelsen av fosfatet er ikke spesielt begrenset, men er fortrinnsvis høyst 0,3 mm, utfra et løselighetssynspunkt.

Fosfatene kan videre anvendes i kombinasjon med organiske syrer eller alkalimetall-karbonater, som vil bli beskrevet i det følgende.

Fosfatet anvendes fortrinnsvis i en mengde på fra 0,05 til 5 vektdeler, mer foretrukket fra 0,2 til 3 vektdeler, pr. 100 vektdeler sement. Hvis mengden er 0,05 vektdeler, vil det ikke kunne oppnås noen tilstrekkelig fluiditet, og hvis den overstiger 5 vektdeler, vil den styrkegivende egenskap kunne forringes.

Aminene for anvendelse ved den foreliggende oppfinnelse tilsettes for det formål å øke adhesjonskraften hos den hurtigstivnende sprayebetong til naturlig underlag, mens den tilknyttede stivne kraft opprettholdes, hvorved mengden tilbakestøttingsmateriale reduseres og de styrkegivende effekter forbedres ved tilsetting av akselereringsmidlet.

Når aminene anvendes i kombinasjon med akselereringsmidlet eller stivningsakseleratoren, er det mulig å forbedre adhesjonen av betong, mens dens iboende stivnekraft opprettholdes. Videre kan aminene gi de virkninger at de reduserer tendensen til at egenskapen som gir langtidsstyrke, har tendens til å være dårlig når det innarbeides en stor mengde av akselereringsmidlet.

Slike aminer innbefatter f.eks. trimetylamin, dietylamin, trietylamin, propylamin, allylamin, cykloheksylamin, cyklobutylamin, monoetanolamin, dietanolamin, trietanolamin, heksametyldiamin, pyridin og anilin. Ett eller flere slike aminer kan anvendes. Blant disse er det foretrukket å anvende monoetanolamin eller trietanolamin, som har utmerket affinitet til vann eller til et alkalisk materiale så som sement.

Aminet anvendes fortrinnsvis i en mengde på fra 0,5 til 10 vektdeler, mer foretrukket fra 1 til 5 vektdeler, pr. 100 vektdeler av sementen. Hvis mengden er mindre enn 0,5 vektdeler, er det tendens til at stivnekraften, adhesjonen og den styrkegivende egenskap forringes på tidspunktet for tilsettingen av akselereringsmidlet, og hvis den overstiger 10 vektdeler, har den styrkegivende egenskap tendens til å forringes.

De støvreduserende midler for anvendelse ved den foreliggende oppfinnelse gir effekter for redusering av tilbakestøting av sprayet betong eller redusering av spredning i luften av akselereringsmidlet eller sementkomponenten som ikke er blitt godt eltet under sprayeoperasjonen.

Slike støvreduserende midler innbefatter f.eks. celluloseetere så som metylcellulose, etylcellulose, hydroksyetylcellulose, hydroksypropylcellulose, hydroksyetylmetylcellulose, hydroksypropylmetylcellulose og hydroksyetyletylcellulose, naturlige polymerforbindelser så som argininsyre, natriumarginat og kasein, vinylpolymerer eller -kopolymerer av f.eks. vinylacetat, etylen, vinylklorid, metakrylsyre, akrylsyre, natriumakrylat og umettede karboksylsyrer, samt emulsjoner av et produkt oppnådd ved forsåping av en vinylacetatpolymer eller dens kopolymer slik at den får polyvinylalkohol-skjulletstruktur. Det kan anvendes ett eller

flere slike støvreduserende midler. Blant disse er celluloseetere foretrukket, siden det er minst sannsynlig at disse forringer begynnelsesstivningen.

Det støvreduserende middel anvendes fortrinnsvis i en
 5 mengde på fra 0,01 til 1 vektdel, mer foretrukket fra 0,05 til 0,5 vektdeler, pr. 100 vektdeler sement. Hvis mengden er under 0,01 vektdel, er det tendens til at det ikke oppnås noen tilstrekkelige effekter til forhindring av dannelse av støv, og hvis den overstiger 1 vektdel, er det tendens til
 10 at den styrkegivende egenskap hos sprayet betong forringes.

Fibermaterialene for anvendelse ved den foreliggende oppfinnelse kan være uorganiske eller organiske, og de gir effekter slik at slagseigheten eller elastisiteten av sprayet betong forbedres.

15 Lengden av fibermaterialene er fortrinnsvis høyst 50 mm, mer foretrukket fra 0,5 til 30 mm, på bakgrunn av press-tilføringssegenskapen eller blandeegenskapen. Hvis lengden overstiger 50 mm, er det sannsynlig at sprayebetong forårsaker tilstopping under presstilføring.

20 Uorganiske fibermaterialer innbefatter f.eks. glassfiber, karbonfiber, steinull, asbest, keramiske fiber og metallfiber, og organiske fibermaterialer innbefatter f.eks. vinylonfiber, polyetylenfiber, polypropylenfiber, polyakrylfiber, cellulosefiber, polyvinylalkoholfiber, polyamidfiber,
 25 tremasse, hamp, treull og treflis. Det kan anvendes ett eller flere slike fibermaterialer. Blant disse er det foretrukket å anvende metallfiber eller vinylonfiber utfra et økonomisk synspunkt.

Fibermaterialene anvendes fortrinnsvis i en mengde på
 30 fra 0,5 til 7 vektdeler, mer foretrukket fra 1 til 5 vektdeler, pr. 100 vektdeler sement. Hvis mengden er mindre enn 0,5 vektdeler, er det tendens til at det ikke oppnås noen tilstrekkelige effekter, og hvis den overstiger 7 vektdeler, har fluiditeten tendens til å være lav.

35 Sulfitter for anvendelse ved den foreliggende oppfinnelse er effektive til forhindring av en reduksjon av slump av sprayebetong med tiden, og til således å øke betongens styrke. Slike sulfitter innbefatter sulfitter så som natriumsulfitt, kaliumsulfitt og kalsiumsulfitt, bisulfitter

så som natriumbisulfitt og kaliumbisulfitt, og pyrosulfitter så som natriumpyrosulfitt og kaliumpyrosulfitt. En eller flere slike sulfitter kan anvendes. Blant disse er det foretrukket å anvende natriumsulfitt eller kaliumsulfitt utfra et styrketilføringsegenskaps-synspunkt.

Sulfitten anvendes fortrinnsvis i en mengde på fra 0,05 til 2 vektdeler, mer foretrukket fra 0,07 til 1 vektdel, pr. 100 vektdeler sement. Hvis mengden er under 0,05 vektdeler, er det tendens til at det er vanskelig å forhindre slum-min-king med tiden eller å vente noen økning i styrken. Hvis den overstiger 2 vektdeler, er det tendens til at retardasjons-egenskapene er så store at den styrkegivende egenskap har tendens til å forringes.

Det vannreducerende middel anvendes til forbedring av sementmørtels fluiditet, og det kan anvendes i flytende form eller pulverform. Det vannreducerende middel kan f.eks. være et polyolderivat, et ligninsulfonat eller dets derivat, eller et høy-ytelses-vannreduksjonsmiddel. Det kan anvendes ett eller flere slike vannreduksjonsmidler. Blant disse er det foretrukket å anvende et høy-ytelses-vannreduksjonsmiddel, siden det derved er mulig å tilføre en egenskap som gir høy styrke.

Ved anvendelse av høy-ytelses-vannreduksjonsmidlet kan den sprayede tykkelse reduseres, den hurtigstivnende kraft kan forbedres, mengden av akselereringsmiddel eller mengden av dannelse av støv kan reduseres, tilbakestøttingsforholdet kan minimaliseres og den sprayede mengde kan effektivt forbedres.

Høy-ytelses-vannreduksjonsmidlet kan f.eks. være et formalinkondensat av et alkylallylsulfonat, et naftalensulfonat eller et melaminsulfonat, eller en polymerforbindelse av polykarboksylsyre-typen. Det kan anvendes ett eller flere slike høy-ytelses-vannreduksjonsmidler, og midlet kan være i flytende form eller pulverform. Blant disse er det foretrukket å anvende et formalinkondensat eller et naftalensulfonat eller en kombinasjon av et formalinkondensat av et naftalensulfonat og et formalinkondensat av et melaminsulfonat.

Høy-ytelses-vannreduksjonsmidlet anvendes fortrinnsvis i en mengde på fra 0,05 til 3 vektdeler, mer foretrukket fra

0,1 til 2 vektdeler, pr. 100 vektdeler sement som faststoffinnhold. Hvis mengden er under 0,05 vektdeler, vil det ikke oppnås noen tilstrekkelige effekter, og hvis den overstiger 3 vektdeler, har sementmørtelens viskositet tendens til å
5 være så høy at påføringseffektiviteten blir lav.

For justering av sementmørtels stivnetid kan det videre innarbeides en stivningsretardator så som en organisk syre eller et alkalimetall-salt, eller en stivningsakselerator så som et alkalimetall-hydroksyd, så som natriumhydroksyd, les-
10 ket kalk eller et sulfat så som alun.

Stivningsretardatoren er et middel som forsinker sementmørtels stivnetid. Den organiske syre kan f.eks. være glukonsyre, vinsyre, citronsyre, maleinsyre eller melkesyre, eller et natriumsalt eller et kaliumsalt derav.

15 Den organiske syre anvendes fortrinnsvis i en mengde på fra 0,01 til 3 vektdeler, mer foretrukket fra 0,05 til 2 vektdeler, pr. 100 vektdeler sement. Hvis den er under 0,01 vektdel, er det tendens til at det ikke oppnås noen tilstrekkelige effekter, og hvis den overstiger 3 vektdeler, er
20 det tendens til at stivningen blir så forsinket at den blir dårlig.

Alkalimetall-karbonatet anvendes fortrinnsvis i en mengde på fra 0,01 til 10 vektdeler, mer foretrukket fra 0,1 til 5 vektdeler, pr. 100 vektdeler sement. Hvis mengden er
25 mindre enn 0,01 vektdel, er det tendens til at det ikke oppnås noen tilstrekkelige effekter, og hvis den overstiger 10 vektdeler, har stivningen tendens til å bli så forsinket at den vil bli dårlig.

For øking av stivningsretarderingssegenskapen er det
30 foretrukket å anvende en stivningsretardator hvor det anvendes en organisk syre og et alkalimetall-karbonat i kombinasjon. I et slikt tilfelle er mengden av alkalimetall-karbonatet fortrinnsvis fra 10 til 1.000 vektdeler, mer foretrukket fra 50 til 700 vektdeler, pr. 100 vektdeler av
35 den organiske syre. Hvis mengden er under 10 vektdeler, er det tendens til at det ikke oppnås noen tilstrekkelige effekter, og hvis den overstiger 1.000 vektdeler, har stivningen tendens til å bli så forsinket at den vil bli dårlig.

Mengden av stivningsretardator hvor det anvendes organisk syre og alkalimetall-karbonat i kombinasjon, er fortrinnsvis fra 0,01 til 10 vektdeler, mer foretrukket fra 0,1 til 5 vektdeler, pr. 100 vektdeler sement. Hvis mengden er 5 under 0,01 vektdel, vil det ikke oppnås noen tilstrekkelige effekter, og hvis den overstiger 10 vektdeler, har stivningen tendens til å bli så forsinket at den vil bli dårlig.

Stivningsakseleratoren er et middel som akselererer begynnelsesstivningen. Stivningsakseleratoren kan f.eks. 10 være et alkalimetall-hydroksyd så som natriumhydroksyd, lesket kalk eller et sulfat så som alun. Det kan anvendes én eller flere slike stivningsakseleratorer.

Stivningsakseleratoren anvendes fortrinnsvis i en mengde på fra 0,05 til 20 vektdeler, mer foretrukket fra 0,1 15 til 10 vektdeler, pr. 100 vektdeler sement. Hvis mengden er under 0,05 vektdeler, vil det ikke oppnås tilstrekkelige effekter, og hvis den overstiger 20 vektdeler, vil den langvarige styrkegivende egenskap kanskje ikke bli forbedret.

Det ultrafine pulver for anvendelse ved den foreliggende 20 oppfinnelse er et pulver med en gjennomsnittlig partikkelstørrelse på høyst 10 μm , og det er effektivt for reduisering av sementmengden, reduisering av støv og forbedring av betongens presstillføringsegenskap. Slike ultrafine pulver kan f.eks. være finpulver-slagg, flygeaske, bentonitt, kaolin eller findelt silika. Det kan anvendes ett eller flere 25 slike ultrafine pulver. Blant disse er det foretrukket å anvende findelt silika utfra et styrketilføringsegenskaps-synspunkt.

Det ultrafine pulver anvendes fortrinnsvis i en mengde 30 på fra 1 til 100 vektdeler, mer foretrukket fra 2 til 30 vektdeler, pr. 100 vektdeler sement. Hvis mengden er under 1 vektdel, vil det ikke oppnås noen tilstrekkelige effekter, og hvis den overstiger 100 vektdeler, har stivningen eller herdingen tendens til å bli forsinket.

Vann anvendes fortrinnsvis i en mengde på fra 35 til 60 35 vektdeler, mer foretrukket fra 40 til 50 vektdeler, pr. 100 vektdeler sement. Hvis mengden er under 35 vektdeler, kan det ikke utføres tilstrekkelig blanding, og hvis den overstiger 60 vektdeler, er det tendens til at det ikke oppnås

tilstrekkelig styrke, og det vil kunne være nødvendig med en stor mengde akselereringsmiddel.

Aggregatet, så som grovt aggregat eller fint aggregat, for anvendelse ved den foreliggende oppfinnelse, er fortrinnsvis ett med lav vannabsorpsjonsevne og høy aggregatstyrke, men det er ikke spesielt begrenset.

Det grove aggregat er fortrinnsvis ett som har en maksimumsdiameter på høyst 20 mm, og det er mer foretrukket ett som har en maksimumsdiameter på fra 6 til 15 mm, idet man tar i betraktning presstilføringssegenskapen med pumpe.

Det fine aggregat er fortrinnsvis ett som har en maksimumsdiameter på høyst 5 mm, og det kan f.eks. være elvesand, bergsand, kalksand eller silikasand.

En fremgangsmåte for blanding av forskjellige materialer er ikke spesielt begrenset ved den foreliggende oppfinnelse så lenge sement og gips, og hvis nødvendig, et fosfat, sammenblandes før blanding med akselereringsmidlet. Fosfatet tilsettes til sementmørtel, siden det er effektivt for forbedring av fluiditeten av sprayebetong.

Blandemetoden kan f.eks. være en metode hvor en viss spesifikk mengde gips på forhånd tilsettes til sement, eller en fremgangsmåte hvor gips tilsettes på tidspunktet for elting av betong. Videre er innholdet av svoveltrioksyd (SO_3) i sement, som stipulert i JIS, fra 3,0 til 4,5 vekt%, og det kan nevnes en fremgangsmåte hvor gips blandes i en mengde som overstiger denne verdi stipulert i JIS på tidspunktet for fremstilling av sement i et sementfremstillingsanlegg.

I henhold til sprayefremgangsmåten ifølge den foreliggende oppfinnelse kan sprayeoperasjonen utføres med tørr sementmørtel inneholdende sement, sementmørtel inneholdende sement og vann, eller en masse eller betong derav utfra synspunktet som gjelder den fordrede fysikalske egenskap, økonomi og driftseffektivitet, og det kan anvendes enten en tørrsprayefremgangsmåte eller en våtsprayefremgangsmåte.

Tørkesprayefremgangsmåten kan f.eks. være en fremgangsmåte hvor sement, gips, hvis nødvendig aggregat, og et akselereringsmiddel blandes og tilføres under trykk med luft, og vann tilsettes ved en mellomposisjon, f.eks. fra ett løp av

et Y-rør, hvoretter blandingen sprayes i våt tilstand, eller en fremgangsmåte ved hvilken sement, og hvis nødvendig aggregat, blandes og tilføres under trykk med luft, og ved en mellomposisjon tilsettes gips, et akselereringsmiddel og 5 vann i denne rekkefølge, hvoretter sprayematerialet sprayes i våt tilstand.

Våtsprayefremgangsmåten kan f.eks. være en fremgangsmåte ved hvilken sement, gips, hvis nødvendig aggregat, og vann blandes, eltes og tilføres under trykk med luft, og i 10 mellomposisjon tilsettes akselereringsmiddel, f.eks. fra én bane i et Y-rør, hvoretter blandingen sprayes. Ved våt-system-sprayefremgangsmåten tilsettes videre vann til sementmørtel.

Et amin, et støvreduksjonsmiddel, et fibermateriale, en 15 sulfitt, et vannreduksjonsmiddel, en stivningsretardator, en stivningsakselerator og et ultrafint pulver kan blandes enten til sementmørtel eller en akselerator, og de kan innarbeides i én av, eller både, sementmørtel og en akselerator. Når det imidlertid gjelder forbedring av styrken, for- 20 hindring av tilbakestøting og regulering av stivningen, er det foretrukket å tilsette disse til sementmørtel. Blandemetoden er ikke spesielt begrenset så lenge det sprayes en hurtigstivnende sprayebetong hvor disse materialer til slutt blandes i.

25 Når det gjelder sprayefremgangsmåten ifølge den foreliggende oppfinnelse, kan det anvendes et vanlig sprayeutstyr. Sprayetrykket er vanligvis fra 2 til 5 kg/cm², og sprayehastigheten er fra 4 til 20 m³/time.

Sprayeutstyret er ikke spesielt begrenset så lenge 30 sprayingen kan utføres på tilstrekkelig måte. Når det f.eks. gjelder presstilføring av betong, kan det f.eks. anvendes en anordning av typen "Ariber 280" (varemerke), fremstilt av Ariber Company, og for presstilføring av en akselerator kan det f.eks. anvendes et akselerator-presstilføringsapparat av 35 typen "Natomucreet".

I de tilfeller hvor sementmørtel, et akselereringsmiddel og gips tilføres separat under trykk, kan det anvendes hvilken som helst fremgangsmåte uten noen spesiell begrensning så lenge det er en fremgangsmåte ved hvilken sementmør-

tel, et akselereringsmiddel og gips tilføres separat under trykk og føres sammen og blandes med hverandre.

Det kan f.eks. nevnes et fremgangsmåte ved hvilken sementmørtel tilføres under trykk ved hjelp av en betongpumpe, og ved mellomposisjoner tilknyttet to Y-rør, hvorved et akselereringsmiddel tilføres fra ett rør og gips tilføres under trykk fra det andre rør, idet disse blandes med sementmørtel, eller en fremgangsmåte ved hvilken sementmørtel uten noe innarbeidet vann tilføres under trykk, og i mellomposisjoner tilknyttet tre Y-rør, hvorved et akselereringsmiddel tilføres fra ett rør, gips tilføres fra et annet rør og vann tilføres fra enda et annet rør, og disse føres sammen og blandes.

Vann for anvendelse ved fremgangsmåten hvor sementmørtel, et akselereringsmiddel og gips tilføres separat under trykk, kan blandes til sementmørtel, gips eller en akselerator via sin egen vei, eller ved en kombinasjon derav, så lenge mengden av vann til mengden sement er egnet til slutt for hurtigstivning av sprayebetong under presstilføringsbetingelser.

Sprayefremgangsmåten for tilføring av sementmørtel, en akselerator og gips separat under trykk er ikke spesielt begrenset. Når det imidlertid gjelder en tørrsprayefremgangsmåte, er det spesielt praktisk anvendelig med en fremgangsmåte hvor sement, fint aggregat og grovt aggregat blandes og tilføres under trykk, og ved mellomposisjoner er f.eks. tre Y-rør tilknyttet, hvorved det tilsettes en akselerator fra ett rør, gips tilsettes fra et annet rør og vann tilsettes fra enda et annet rør, og den resulterende blanding sprayes i våt tilstand. Ved tørrsprayemetoden er det sannsynlig at det vil dannes støv, og det kan på forhånd innarbeides et støvreduksjonsmiddel.

Ved en våtsystem-sprayefremgangsmåte er det videre mulig å anvende en fremgangsmåte hvor sement, fint aggregat, grovt aggregat og vann tilsettes, eltes og tilføres under trykk, og ved mellomposisjoner er det f.eks. tilknyttet to Y-rør, hvorved det tilsettes et akselereringsmiddel fra ett rør, og gips tilsettes fra et annet rør, og blandingen sprayes.

Sprayebeatingelsene ved tilføring av sementmørtel, en akselerator og gips atskilt under trykk, er ikke spesielt begrenset. Det er imidlertid foretrukket å tilføre sementmørtel, gips og et akselereringsmiddel under hovedsakelig
5 samme trykk, av hensyn til blandeeffektiviteten.

Den foreliggende oppfinnelse vil nå bli beskrevet mer detaljert under henvisning til eksempler.

EKSEMPEL 1

Ved anvendelse av enhetsmengder av materialer på 400
10 kg/m³ sement, 1.055 kg/m³ fint aggregat, 713 kg/m³ grovt aggregat og 200 kg/m³ vann, ble gips tilblandet i en mengde som oppført i tabell 1, pr. 100 vektdeler sement, under oppnåelse av sprayebetong.

Denne sprayebetong ble tilført under trykk ved hjelp av
15 en sprayemaskin av typen Aribert 280, og fra ett løp i et Y-rør som befant seg i mellomposisjon, ble det tilblandet akselereringsmiddel laget av kalsiumaluminat, i en mengde som oppført i tabell 1 pr. 100 vektdeler sement, ved hjelp av en akselereringsmiddel-tilsetningsmaskin Denkanatomucreet
20 under oppnåelse av hurtigstivnende sprayebetong.

Denne hurtigstivnende sprayebetong ble sprayet på et form-emne med en hastighet på 4 m³/time, hvoretter kompresjonsstyrken ved hver elding ble målt. Resultatene er vist i tabell 1.

25 Anvendte materialer

- Sement a: Kommersielt tilgjengelig normal Portland-sement, spesifikt Blaine-overflateareal: 3.200 cm²/g, egenvekt: 3,16
- Gips: Kommersielt tilgjengelig vannfri gips, spesifikt
30 Blaine-overflateareal: 5.400 cm²/g
- Fint aggregat: Sand, elvesand, fremstilt i Himekawa, Niigata-ken, Japan, innhold av overflatevann: 5%, egenvekt: 2,61
- Grovt aggregat: Grus, knust sten, maksimal diameter: høyst
35 15 mm, tørket overflatetilstand, egenvekt: 2,65
- Vann: Kommunalt vann, 20°C

-Kalsiumaluminat: Amorft materiale oppnådd ved bråkjøling av et varmebehandlet produkt svarende til en $C_{12}A_7$ -sammensetning, spesifikt Blaine-overflateareal: 5.900 cm^2/g , egenvekt: 2,90

5 Målemetode

Kompresjonsstyrke: Den oppnådde sprayebetong ble sprayet på et uttrekkings-formemne med bredde 25 cm og lengde 25 cm, og et formemne med bredde 50 cm, lengde 50 cm og tykkelse 20 cm.

- 10 For elding på tre timer eller mindre ble det anvendt et uttrekkings-formemne-prøvestykke for målingen. En pinne ble dekket med den hurtigstivnende sprayebetong fra overflaten av uttrekkings-formemnet, og pinnen ble uttrukket fra baksiden av formemnet, hvorved uttrekkingsstyrken ble målt, og
- 15 kompresjonsstyrken ble beregnet ved hjelp av følgende formel:

$$\text{Kompresjonsstyrke} = \text{uttrekkingsstyrke} \times 4 / \text{overflateareal av prøvestykket}$$

20

- For elding i én dag eller mer, ble et prøvestykke med diameter 5 cm og lengde 10 cm uttatt fra formemnet med bredde 50 cm, lengde 50 cm og tykkelse 20 cm, underkastet måling ved hjelp av en 20 tonns trykktester under oppnåelse av
- 25 kompresjonsstyrken.

TABELL 1

Test nr.	Gips	Aksele- rerings- middel	Kompresjonsstyrke (N/mm ²)					Anmerkning
			1t	3t	1d	7d	28d	
1-1	0	0	0,0	0,0	-	18,5	41,3	Sammenlikning
1-2	1	0	0,0	0,0	-	18,5	41,4	Sammenlikning
1-3	5	0	0,0	0,0	-	18,5	42,2	Sammenlikning
1-4	10	0	0,0	0,0	-	18,7	44,6	Sammenlikning
1-5	15	0	0,0	0,0	-	18,8	45,3	Sammenlikning
1-6	25	0	0,0	0,0	-	18,8	46,8	Sammenlikning
1-7	0	2	0,0	0,0	-	18,6	38,4	Sammenlikning
1-8	1	2	0,1	0,6	-	19,7	41,9	Oppfinnelsen
1-9	5	2	0,3	0,7	-	22,3	43,6	Oppfinnelsen
1-10	10	2	0,4	0,8	-	23,0	45,7	Oppfinnelsen
1-11	15	2	0,4	0,8	-	23,3	46,6	Oppfinnelsen
1-12	25	2	0,5	0,8	-	23,5	47,8	Oppfinnelsen
1-13	0	5	0,2	0,5	8,9	19,3	36,2	Sammenlikning
1-14	1	5	0,5	1,0	10,3	20,6	42,3	Oppfinnelsen
1-15	5	5	1,2	2,4	13,6	28,3	47,8	Oppfinnelsen
1-16	10	5	1,7	4,3	14,2	31,7	49,5	Oppfinnelsen
1-17	15	5	2,0	4,7	14,5	33,9	53,1	Oppfinnelsen
1-18	25	5	2,2	5,0	15,0	34,2	54,9	Oppfinnelsen
1-19	0	10	1,2	1,7	10,0	20,5	33,6	Sammenlikning
1-20	1	10	1,8	2,0	12,2	22,3	42,6	Oppfinnelsen
1-21	5	10	2,1	3,6	15,3	29,5	46,8	Oppfinnelsen
1-22	10	10	3,0	6,0	16,0	32,6	53,0	Oppfinnelsen
1-23	15	10	3,4	6,6	17,5	38,4	55,0	Oppfinnelsen
1-24	25	10	3,6	6,9	17,9	39,2	56,3	Oppfinnelsen
1-25	0	20	1,9	2,5	11,3	22,7	32,2	Sammenlikning
1-26	1	20	2,3	3,1	16,2	28,6	43,1	Oppfinnelsen
1-27	5	20	3,2	5,2	19,5	34,7	56,4	Oppfinnelsen
1-28	10	20	4,3	6,6	20,6	40,4	57,7	Oppfinnelsen
1-29	15	20	5,7	8,3	23,3	42,7	58,9	Oppfinnelsen
1-30	25	20	7,2	10,3	22,1	41,8	53,0	Oppfinnelsen

* "t" angir "time(r)", og "d" angir "dag(er)".

* "Gips" og "akselereringsmiddel" er representert som vekt-
deler pr. 100 vektdeler sement.

* Symbol "-" for "kompresjonsstyrke" angir at prøvetaking av
en prøve var umulig på grunn av utilstrekkelig styrke.

EKSEMPEL 2

Testen ble utført på samme måte som i eksempel 1, bortsett fra at 100 vektdeler sement som oppført i tabell 2, og gips i en mengde som oppført i tabell 2, ble blandet 5 under oppnåelse av sprayebetong, og det ble anvendt et akselereringsmiddel laget av kalsiumaluminat i en mengde som oppført i tabell 2, pr. 100 vektdeler sement, under oppnåelse av hurtigstivnende sprayebetong.

Anvendt finpulver-sement var imidlertid en sement opp- 10 nådd ved pulverisering av normal Portland-sement ved hjelp av kulemølle, fulgt av sortering ved hjelp av en sorteringsanordning.

Anvendte materialer

- Sement b: Finpulver-sement, pulverisert produkt av 15 kommersielt tilgjengelig normal Portland-sement, spesifikt Blaine-overflateareal: 4.500 cm²/g, egenvekt: 3,16
- Sement c: Finpulver-sement, pulverisert produkt av kommersielt tilgjengelig normal Portland-sement, spesifikt Blaine-overflateareal: 5.300 cm²/g, egenvekt: 3,16

TABELL 2

Test nr.	Se-ment	Gips	Akse-lerer-ings-middel	Kompresjonsstyrke (N/mm ²)					Anmerkn.
				1t	3t	1d	7d	28d	
2-1	a	10	0	0,0	0,0	-	18,7	44,6	Sm.likn.
2-2	b	10	0	0,0	0,0	-	19,5	46,8	Sm.likn.
2-3	b	0	5	0,2	0,6	9,5	22,0	39,1	Sm.likn.
2-4	b	10	5	1,8	4,8	14,7	32,2	52,0	Oppfinn.
2-5	b	25	5	2,5	5,9	17,3	34,6	57,2	Oppfinn.
2-6	b	0	10	1,5	1,9	10,5	22,3	39,2	Sm.likn.
2-7	b	10	10	3,3	6,4	17,2	34,0	56,2	Oppfinn.
2-8	b	25	10	4,1	7,7	18,9	41,0	59,5	Oppfinn.
2-9	b	0	20	1,9	2,7	12,1	23,0	35,2	Sm.likn.
2-10	b	10	20	4,5	7,1	21,2	42,0	58,8	Oppfinn.
2-11	b	25	20	8,0	11,7	23,6	44,3	56,1	Oppfinn.
2-12	c	10	0	0,0	0,0	-	20,5	48,6	Sm.likn.
2-13	c	0	5	0,4	0,8	10,1	23,7	41,6	Sm.likn.
2-14	c	10	5	2,0	5,6	16,3	33,8	54,7	Oppfinn.
2-15	c	25	5	3,0	6,8	18,0	37,2	59,4	Oppfinn.
2-16	c	0	10	1,7	2,1	11,5	23,3	40,3	Sm.likn.
2-17	c	10	10	4,2	7,5	18,7	35,7	58,6	Oppfinn.
2-18	c	25	10	4,6	8,9	19,6	42,3	63,7	Oppfinn.
2-19	c	0	20	2,3	3,0	13,0	24,4	35,6	Sm.likn.
2-20	c	10	20	5,1	8,8	23,5	44,1	61,5	Oppfinn.
2-21	c	25	20	9,0	12,3	25,5	46,3	58,2	Oppfinn.

* "t" angir "time(r)", og "d" angir "dag(er)".

* "Gips" og "akselereringsmiddel" er representert som vekt-deler pr. 100 vektdele sement.

* Symbol "-" for "kompresjonsstyrke" angir at prøvetaking av en prøve var umulig på grunn av utilstrekkelig styrke.

EKSEMPEL 3

Testen ble utført på samme måte som i eksempel 1, bortsett fra at 100 vektdeler sement d og gips i en mengde som oppført i tabell 3, ble blandet under oppnåelse av sprayebetong, og akselereringsmidlet ble anvendt i en mengde som oppført i tabell 3, pr. 100 vektdeler sement, under oppnåelse av hurtigstivnende sprayebetong. Resultatene er vist i tabell 3.

Anvendte materialer

- 10 -Sement d: Finpulver-sement, pulverisert produkt av kommersielt tilgjengelig, normal Portland-sement, spesifikt Blaine-overflateareal: $6.900 \text{ cm}^2/\text{g}$, egenvekt: 3,16

TABELL 3

Test nr.	Gips	Aksele- rerings- middel	Kompresjonsstyrke (N/mm ²)					Anmerk.
			1t	3t	1d	7d	28d	
3-1	0	0,0	0,0	0,0	-	19,9	46,8	Sm.likn.
3-2	0	10	2,1	3,6	14,1	26,0	43,5	Sm.likn.
3-3	1	10	2,5	4,6	13,3	25,0	45,8	Oppfinn.
3-4	5	10	3,8	5,6	16,0	27,3	55,6	Oppfinn.
3-5	10	10	6,0	9,7	19,9	39,5	65,6	Oppfinn.
3-6	20	10	7,0	10,5	20,5	41,1	70,7	Oppfinn.
3-7	25	10	7,8	11,0	21,6	45,1	71,1	Oppfinn.
3-8	10	0,0	0,0	0,0	-	21,7	49,3	Sm.likn.
3-9	10	1,0	1,8	3,2	6,6	23,0	51,7	Oppfinn.
3-10	10	5,0	3,2	6,2	17,5	38,7	63,2	Oppfinn.
3-11	10	15	6,5	10,7	24,0	45,0	68,0	Oppfinn.
3-12	10	20	6,8	11,8	26,7	48,6	68,8	Oppfinn.
3-13	1	1,0	0,1	0,2	-	19,5	47,6	Sm.likn.
3-14	1	20	3,8	6,1	18,5	32,3	46,9	Oppfinn.
3-15	5	5,0	2,2	5,0	16,2	32,2	59,5	Oppfinn.
3-16	5	15	6,0	8,6	22,7	41,3	65,2	Oppfinn.
3-17	20	5,0	6,0	10,2	20,5	40,9	68,0	Oppfinn.
3-18	20	15	7,1	10,8	24,5	46,7	70,6	Oppfinn.
3-19	25	1,0	0,1	0,3	20,1	45,0	68,6	Oppfinn.
3-20	25	20	11,0	12,1	29,0	41,2	62,9	Oppfinn.

* "t" angir "time(r)", og "d" angir "dag(er)".

* "Gips" og "akselereringsmiddel" er representert som vekt deler pr. 100 vektdeler sement.

* Symbol "-" for "kompresjonsstyrke" angir at prøvetaking av en prøve var umulig på grunn av utilstrekkelig styrke.

EKSEMPEL 4

Testen ble utført på samme måte som i eksempel 1, bortsett fra at det, under anvendelse av enhetsmengder av materialer på 1.047 kg/m^3 av det fine aggregat og 709 kg/m^3 av det grove aggregat, ble blandet 100 vektdeler sement e og gips i en mengde som oppført i tabell 4, under oppnåelse av sprayebetong, og akselereringsmidlet ble anvendt i en mengde som oppført i tabell 4, pr. 100 vektdeler sement, under oppnåelse av hurtigstivnende sprayebetong. Resultatene er vist i tabell 4.

Anvendte materialer

-Sement e: Finpulver-sement, pulverisert produkt av kommersielt tilgjengelig sjaktovn-sement type B, spesifikt Blaine-overflateareal: $5.200 \text{ cm}^2/\text{g}$, egenvekt: 3,04.

TABELL 4

Test nr.	Gips	Aksele- rerings- middel	Kompresjonsstyrke (N/mm ²)					Anmerkn.
			1t	3t	1d	7d	28d	
4-1	0	0	0,0	0,0	-	17,0	40,0	Sm.likn.
4-2	0	5	0,1	0,3	8,9	17,6	38,4	Sm.likn.
4-3	10	5	0,9	3,3	10,5	23,0	51,0	Oppfinn.
4-4	25	5	1,3	4,6	14,4	25,1	54,3	Oppfinn.
4-5	0	10	0,7	1,4	10,0	19,1	38,6	Sm.likn.
4-6	10	10	2,4	4,1	14,6	26,0	56,1	Oppfinn.
4-7	25	10	3,0	6,8	16,8	36,1	59,0	Oppfinn.
4-8	0	20	1,0	1,8	11,0	20,5	30,6	Sm.likn.
4-9	10	20	3,4	6,5	17,3	35,7	59,0	Oppfinn.
4-10	25	20	6,1	9,0	20,1	36,0	58,5	Oppfinn.

* "t" angir "time(r)", og "d" angir "dag(er)".

* "Gips" og "akselereringsmiddel" er representert som vekt deler pr. 100 vektdeler sement.

* Symbol "-" for "kompresjonsstyrke" angir at prøvetaking av en prøve var umulig på grunn av utilstrekkelig styrke.

EKSEMPEL 5

Testen ble utført på samme måte som i eksempel 1, bortsett fra at det, under anvendelse av en enhetsmengde av sement som var 400 kg/m^3 av fluorsement fremstilt ved blanding av 100 vektdeler sement og et fluorkalsiumaluminat i en mengde som oppført i tabell 5, ble blandet 100 vektdeler fluorsement og 10 vektdeler gips, samt 0,5 vektdeler stivningsretardator A, pr. 100 vektdeler sement i fluorsementen, under oppnåelse av sprayebetong, og til dette ble det blandet et akselereringsmiddel laget av kalsiumaluminat, i en mengde på 10 vektdeler pr. 100 vektdeler fluorsement, under oppnåelse av hurtigstivnende sprayebetong. Resultatene er vist i tabell 5.

Anvendte materialer

- 15 -Fluorkalsiumaluminat: Hovedkomponent: $\text{C}_{11}\text{A}_7\text{CaF}_2$, spesifikt Blaine-overflateareal: $5.600 \text{ cm}^2/\text{g}$, egenvekt: 2,91.
- Stivningsretardator A: Organisk syre, citronsyre, kommersielt produkt

20

TABELL 5

Test nr.	Mengde fluor-kalsium-aluminat ¹⁾	Kompressjonsstyrke (N/mm^2)			Anmerkning
		1 t	7 d	28 d	
5-1	5	3,3	33,6	54,0	Oppfinn.
5-2	10	4,0	37,4	55,9	Oppfinn.
5-3	20	5,5	41,3	58,4	Oppfinn.
5-4	60	6,7	46,9	58,0	Oppfinn.
5-5	100	6,8	47,5	55,7	Oppfinn.

* "t" angir "time(r)", og "d" angir "dag(er)".

1) Vektdeler av fluorkalsiumaluminat pr. 100 vektdeler sement.

25

EKSEMPEL 6

Testen ble utført på samme måte som i eksempel 5, bortsett fra at 100 vektdeler sement og 20 vektdeler fluor-

5 kalsiumaluminat ble blandet under oppnåelse av fluorsement, og deretter ble 100 vektdeler av fluorsementen, gips i en

10 mengde som oppført i tabell 6, pr. 100 vektdeler sement i fluorsementen, og 0,5 vektdeler av stivningsretardatoren, blandet under oppnåelse av sprayebetong, og akselererings-

midlet, som var laget av kalsiumaluminat, ble blandet til dette i en mengde som oppført i tabell 6, pr. 100 vektdeler

av fluorsementen, under oppnåelse av hurtigstivnende sprayebetong. Resultatene er vist i tabell 6.

TABELL 6

Test nr.	Gipsmengde ¹	Aksele- rerings- middel ²	Kompresjonsstyrke (N/mm ²)					Anmerkn.
			1t	3t	1d	7d	28d	
6-1	10	0	0,0	0,0	-	19,7	44,6	Sm. likn.
6-2	10	5	1,7	4,3	14,2	31,7	49,5	Sm. likn.
6-3	10	10	3,0	6,0	16,0	32,6	53,0	Sm. likn.
6-4	0	0	0	0	-	14,0	39,5	Sm. likn.
6-5	10	0	0	0	-	28,4	49,8	Sm. likn.
6-6	25	0	0	0	9,8	31,2	57,0	Sm. likn.
6-7	0	5	0,4	1,2	11,9	28,6	39,7	Sm. likn.
6-8	10	5	1,9	6,5	19,6	34,0	52,3	Oppfinn.
6-9	25	5	3,1	7,8	21,2	40,0	58,6	Oppfinn.
6-10	0	10	2,0	3,6	15,0	33,1	36,9	Sm. likn.
6-11	1	10	2,1	3,6	15,2	34,0	37,3	Oppfinn.
6-12	5	10	3,1	7,0	17,5	38,2	52,6	Oppfinn.
6-13	10	10	5,5	9,4	23,0	41,3	58,4	Oppfinn.
6-14	20	10	6,9	10,1	25,8	47,4	59,4	Oppfinn.
6-15	25	10	6,3	10,9	26,2	50,2	60,7	Oppfinn.
6-16	0	20	3,8	4,5	19,4	37,4	35,7	Sm. likn.
6-17	10	20	7,0	11,1	30,0	53,1	60,1	Oppfinn.
6-18	25	20	10,6	15,1	39,3	54,5	58,0	Oppfinn.

15 * "t" angir "time(r)", og "d" angir "dag(er)".

* Test nr. 6-1 - test nr. 6-3 representerer resultatene i de tilfeller hvor normal Portland-sement ble anvendt i stedet for fluorsement.

1) Vektdeler av gips pr. 100 vektdeler sement i fluorsementen.

2) Vektdeler av akselereringsmiddel pr. 100 vektdeler fluorsement.

5

SAMMENLIKNINGSEKSEMPEL 1

Testen ble utført på samme måte som i eksempel 5, bortsett fra at 100 vektdeler sement og 20 vektdeler fluor-
kalsiumaluminat ble blandet under oppnåelse av fluorsement,
10 og fluorsementen, gips, stivningsretardatoren og akselere-
ringsmidlet ble eltet samtidig.

Kompresjonsstyrken var $4,9 \text{ N/mm}^2$ ved en elding på 1
time, $8,9 \text{ N/mm}^2$ ved en elding på 3 timer, $22,5 \text{ N/mm}^2$ ved en
elding på 1 dag, $40,6 \text{ N/mm}^2$ ved en elding på 7 dager, og
15 $57,4 \text{ N/mm}^2$ ved en elding på 28 dager. I løpet av noen få
minutter etter sprayingens begynnelse, ble det imidlertid
ved dette sammenlikningseksempel avsatt et herdet produkt på
den indre vegg av tilførselsrøret, idet det således ble en
innsnevring av dysens indre diameter, og når sprayingen ble
20 fortsatt ytterligere, fikk man tilstopping av tilførsels-
røret etter fra 10 til 20 minutter.

SAMMENLIKNINGSEKSEMPEL 2

Testen ble utført på samme måte som i eksempel 5,
bortsett fra at 100 vektdeler sement og 20 vektdeler fluor-
25 kalsiumaluminat ble blandet under oppnåelse av fluorsement,
og fluorsementen, stivningsretardatoren og akselereringsmid-
let ble blandet på forhånd, og gipsen ble forenet med blan-
dingen fra et Y-rør.

Kompresjonsstyrken var $4,3 \text{ N/mm}^2$ ved en elding på 1
30 time, $8,1 \text{ N/mm}^2$ ved en elding på 3 timer, $12,0 \text{ N/mm}^2$ ved en
elding på 1 dag, $39,9 \text{ N/mm}^2$ ved en elding på 7 dager, og
 $56,2 \text{ N/mm}^2$ ved en elding på 28 dager. I dette sammenlik-
ningseksempel ble imidlertid akselereringskomponenten til-
satt til fluorsementen, hvorved justering av sementens flui-
35 ditet var vanskelig, og likesom ved sammenlikningseksempel
1, fikk man tilstopping av tilførselsrøret innen et kort
tidsrom.

SAMMENLIKNINGSEKSEMPEL 3

Testen ble utført på samme måte som i eksempel 5, bortsett fra at 100 vektdeler sement og 20 vektdeler fluorkalsiumaluminat ble blandet under oppnåelse av fluorsement, og fluorsementen og stivningsretardatoren ble blandet på forhånd, og akselereringsmidlet og gipsen som var blandet på forhånd, ble forenet med dette fra et Y-rør.

Kompresjonsstyrken var 4,1 N/mm² ved en elding på 1 time, 7,4 N/mm² ved en elding på 3 timer, 21,5 N/mm² ved en elding på 1 dag, 38,7 N/mm² ved en elding på 7 dager, og 54,5 N/mm² ved en elding på 28 dager. Ved dette sammenlikningseksempel øket imidlertid mengden av forbruk av blandingen av gips og akselereringsmiddel pr. time, og på grunn av mangel på akselereringsmiddel, måtte sprayoperasjonen stoppes under sprayingen, og til slutt var mengden anvendt akselereringsmiddel så stor som 20 kg, sammenliknet med 10 kg som er nødvendig ved den foreliggende oppfinnelse.

EKSEMPEL 7

Sprayebetong ble fremstilt på samme måte som i eksempel 1, bortsett fra at det, under anvendelse av enhetsmengder av materialer på 450 kg/m³ sement, 1.030 kg/m³ fint aggregat og 697 kg/m³ grovt aggregat, ble blandet 100 vektdeler sement, 10 vektdeler gips og et fosfat i en mengde som oppført i tabell 7, under oppnåelse av sprayebetong. Forandringen med tiden av slump av sprayebetongen ble målt. Resultatene er vist i tabell 7.

Anvendte materialer

- Fosfat A: Natriumtripolyfosfat, kommersielt produkt
- Fosfat B: Natrium-prim.-fosfat, kommersielt produkt

30 Målemetode

Slump: I henhold til JIS A1101

TABELL 7

Test nr.	Fosfat	Slump (cm)				
		Begynnelse	10 min.	20 min.	30 min.	40 min.
7-1	- 0,0	7,0	6,0	5,5	1,0	0,0
7-2	A 0,05	8,0	8,0	7,0	5,5	4,0
7-3	A 0,2	13,0	13,0	12,5	11,5	11,0
7-4	A 0,5	16,5	16,5	16,5	16,0	15,0
7-5	A 1,0	19,0	19,0	19,0	19,0	18,0
7-6	A 3,0	22,0	22,0	22,0	22,0	21,5
7-7	A 5,0	24,0	24,0	24,0	24,0	23,5
7-8	B 0,05	9,0	9,0	8,5	7,5	6,0
7-9	B 0,2	14,5	14,5	14,0	13,0	11,5
7-10	B 0,5	17,0	17,0	17,0	16,5	16,0
7-11	B 1,0	20,5	20,5	20,5	20,5	20,0
7-12	B 3,0	23,0	23,0	23,0	23,0	22,5
7-13	B 5,0	25 eller mer	25 eller mer	25,0	25,0	24,5

* "Fosfat" er representert som vektdeler pr. 100 vektdeler sement

EKSEMPEL 8

Testen ble utført på samme måte som i eksempel 1, bortsett fra at det, under anvendelse av enhetsmengder av materialer på 450 kg/m³ sement, 1.030 kg/m³ fint aggregat og 697 kg/m³ grovt aggregat, ble blandet 100 vektdeler av sementen, 10 vektdeler gips og fosfat A i en mengde som oppført i tabell 8, under oppnåelse av sprayebetong, og et akselereringsmiddel laget av kalsiumaluminat ble blandet til dette i en mengde på 10 vektdeler pr. 100 vektdeler sement, under oppnåelse av hurtigstivnende sprayebetong. Resultatene er vist i tabell 8.

TABELL 8

Test nr.	Fosfat	Kompresjonsstyrke (N/mm ²)					Anmerkning
		1 t	3 t	1 d	7 d	28 d	
8-1	0,0	3,5	6,6	17,0	33,1	54,1	Oppfinnelsen
8-1	0,05	3,5	6,5	17,0	33,0	53,9	Oppfinnelsen
8-2	0,1	3,5	6,5	17,0	33,0	53,9	Oppfinnelsen
8-3	0,2	3,5	6,4	17,0	32,9	53,5	Oppfinnelsen
8-4	0,5	3,4	6,2	17,0	32,8	54,0	Oppfinnelsen
8-5	1,0	3,0	5,7	16,6	32,2	53,0	Oppfinnelsen
8-6	3,0	2,5	5,0	16,0	32,0	53,4	Oppfinnelsen
8-7	5,0	1,5	3,0	15,1	31,4	49,0	Oppfinnelsen

* "t" angir "time(r)", og "d" angir "dag(er)".

15 * "Fosfat" er representert som vektdeler pr. 100 vektdeler sement

EKSEMPEL 9

Testen ble utført på samme måte som i eksempel 1, bortsett fra at 100 vektdeler sement, 25 vektdeler gips og et amin i en mengde som oppført i tabell 9, ble blandet under oppnåelse av sprayebetong, og et akselereringsmiddel laget av kalsiumaluminat ble tilblandet i en mengde på 20 vektdeler pr. 100 vektdeler sement, under oppnåelse av hurtigstivnende sprayebetong. Resultatene er vist i tabell 9.

Anvendte materialer

- 10 - Amin A: Kommersielt tilgjengelig trietanolamin
 - Amin B: Kommersielt tilgjengelig monoetanolamin

Målemetode

Adhesjon: Den hurtigstivnende sprayebetong ble sprayet i et formemne, og når den sprayede tykkelse ble ca. 3 cm, ble det utøvd vibrering på den sprayede betong i 30 sekunder ved hjelp av en vibrator, hvorved adhesjonen ble vurdert som "dårlig" når det ble observert avskalling av den sprayede betong, og "god" når det ikke ble observert noen avskalling.

TABELL 9

Test nr.	Amin	Kompresjonsstyrke (N/mm ²)					Adhesjon	Anmerkninger
		1 t	3 t	1 d	7 d	28 d		
9-1	- 0,0	7,2	10,3	22,1	41,8	53,0	Dårlig	Oppfinnelsen
9-2	A 0,5	7,4	10,0	22,5	42,2	54,9	God	Oppfinnelsen
9-3	A 1,0	7,0	10,1	22,3	42,5	57,0	God	Oppfinnelsen
9-4	A 2,0	7,1	10,3	22,4	42,9	58,9	God	Oppfinnelsen
9-5	A 5,0	7,2	10,5	23,0	43,0	63,7	God	Oppfinnelsen
9-6	A 10	7,0	10,0	23,1	43,2	63,3	God	Oppfinnelsen
9-7	B 0,5	7,3	10,5	22,4	42,1	55,0	God	Oppfinnelsen
9-8	B 1,0	7,2	10,3	23,0	42,0	57,3	God	Oppfinnelsen
9-9	B 2,0	7,2	10,3	22,8	42,8	59,0	God	Oppfinnelsen
9-10	B 5,0	7,3	10,3	22,7	42,3	61,8	God	Oppfinnelsen
9-11	B 10	7,2	10,4	22,9	41,9	62,5	God	Oppfinnelsen

* "t" angir "time(r)", og "d" angir "dag(er)".

* "Amin" er representert som vektdeler pr. 100 vektdeler sement.

* "Dårlig" adhesjon angir at betongen har dårlig konsistens og har tendens til å sige, og "god" betyr at betongen har god konsistens og viser liten siging.

EKSEMPEL 10

Testen ble utført på samme måte som i eksempel 1, bortsett fra at 100 vektdeler sement, 10 vektdeler gips og et støvreduksjonsmiddel i en mengde som oppført i tabell 10, ble blandet under oppnåelse av sprayebetong, og en akselerator som var laget av kalsiumaluminat, ble blandet til dette i en mengde på 10 vektdeler pr. 100 vektdeler sement, under oppnåelse av hurtigstivnende sprayebetong. Resultatene er vist i tabell 10.

10 Anvendte materialer

-Støvreduksjonsmiddel a: Kommersielt tilgjengelig metylcellulose

-Støvreduksjonsmiddel b: Kommersielt tilgjengelig vinylacetat/etylen-kopolymer

15 -Støvreduksjonsmiddel c: Kommersielt tilgjengelig natriumarginat

Målemetode

Støvmengde: Den hurtigstivnende sprayebetong ble sprayet i 30 minutter ved en sprayehastighet på 4 m³/time i en simulert tunnel tillaget i bueform med en jernplate og med en høyde på 3,5 m og en bredde på 2,5 m, og støvmengden ble målt hvert 10. minutt ved en for-bestemt posisjon 3 meter fra sprayestedet, hvoretter det ble vist en gjennomsnittlig verdi av de målte verdier.

TABELL 10

Test nr.	Støv-reduk- sjonsmiddel	Støvmengde	Anmerkninger
10-1	- 0,0	21,6	Oppfinnelsen
10-2	a 0,01	9,7	Oppfinnelsen
10-3	a 0,05	3,0	Oppfinnelsen
10-4	a 0,1	1,7	Oppfinnelsen
10-5	a 0,5	0,9	Oppfinnelsen
10-6	a 1,0	0,9	Oppfinnelsen
10-7	b 0,01	10,3	Oppfinnelsen
10-8	b 0,05	4,1	Oppfinnelsen
10-9	b 0,1	2,0	Oppfinnelsen
10-10	b 0,5	0,8	Oppfinnelsen
10-11	b 1,0	0,7	Oppfinnelsen
10-12	c 0,01	8,9	Oppfinnelsen
10-13	c 0,05	2,1	Oppfinnelsen
10-14	c 0,1	1,1	Oppfinnelsen
10-15	c 0,5	0,5	Oppfinnelsen
10-16	c 1,0	0,3	Oppfinnelsen

* "Støv-reduksjonsmiddel" er representert som vektdele pr. 100 vektdele sement.

5 * Støvmengden er representert som mg/m³.

EKSEMPEL 11

Testen ble utført på samme måte som i eksempel 1, bortsett fra at 100 vektdeler sement, 10 vektdeler gips og et fibermateriale i en mengde som oppført i tabell 11, ble blandet under oppnåelse av sprayebetong, og et akselere-
 5 ringsmiddel laget av kalsiumaluminat ble blandet til dette i en mengde på 10 vektdeler pr. 100 vektdeler sement, under oppnåelse av hurtigstivnende sprayebetong. Resultatene er vist i tabell 11.

10 Anvendte materialer

- Fibermateriale A: Vinyllon-fiber, fremstilt av Kuraray Co., Ltd., fiberlengde: 30 mm
- Fibermateriale B: Stålfiber, fremstilt av Kobe Steel Co., Ltd., fiberlengde: 30 mm
- 15 -Fibermateriale C: Vinyllon-fiber, fremstilt av Kuraray Co., Ltd., fiberlengde: 0,5 mm
- Fibermateriale D: Vinyllon-fiber, fremstilt av Kuraray Co., Ltd., fiberlengde: 10 mm
- Fibermateriale E: Vinyllon-fiber, fremstilt av Kuraray Co.,
 20 Ltd., fiberlengde: 50 mm

Målemetode

Slagseighet: Et prøvestykke med bredde 20 cm, lengde 20 cm og tykkelse 1 cm, avkuttet fra sprayet betong som var eldet i 1 time, ble anbrakt på en nivellert standard-sand-
 25 flate, og en sfærisk kule med en vekt på 100 g ble sluppet på denne fra en høyde på 50 cm. Et prøvestykke som fikk sprekke og brast før antallet av fall oversteg fem ganger, ble bedømt som "X" og prøvestykket som ikke fikk noen sprekker, eller hvor det formede produkt ikke brast, selv når
 30 antallet fall oversteg fem ganger, ble bedømt som "O".

TABELL 11

Test nr.	Fiber- mate- riale	Slag- seighet	Kompresjonsstyrke (N/mm ²)					Anmerkning
			1t	3t	1d	7d	28d	
11-1	- 0	X	3,0	6,0	16,0	32,6	53,0	Oppfinnelsen
11-2	A 0,5	O	3,1	6,2	16,5	33,0	53,4	Oppfinnelsen
11-3	A 1,0	O	3,1	6,1	16,5	33,4	53,8	Oppfinnelsen
11-4	A 2,0	O	3,1	6,2	16,9	33,4	54,0	Oppfinnelsen
11-5	A 5,0	O	3,2	6,3	17,9	33,6	54,2	Oppfinnelsen
11-6	A 7,0	O	3,1	6,2	16,8	33,5	53,8	Oppfinnelsen
11-7	B 0,5	O	3,0	6,1	16,3	31,6	53,8	Oppfinnelsen
11-8	B 1,0	O	3,1	6,2	16,6	31,8	53,8	Oppfinnelsen
11-9	B 2,0	O	3,2	6,2	17,1	32,3	54,6	Oppfinnelsen
11-10	B 5,0	O	3,2	6,3	17,0	32,1	54,8	Oppfinnelsen
11-11	B 7,0	O	3,0	6,2	16,8	32,2	53,7	Oppfinnelsen
11-12	C 2,0	O	3,3	6,3	17,1	33,6	54,2	Oppfinnelsen
11-13	C 2,0	O	3,2	6,1	17,0	33,2	53,8	Oppfinnelsen
11-14	E 2,0	O	3,0	6,0	16,2	32,3	52,5	Oppfinnelsen

* "t" angir "time(r)", og "d" angir "dag(er)".

* "Fibermateriale" er representert som vektdeler

5 pr. 100
vektdeleer sement.

EKSEMPEL 12

Testen ble utført på samme måte som i eksempel 1, bortsett fra at det, under anvendelse av enhetsmengder av materialer på 450 kg/m³ sement, 1.030 kg/m³ fint aggregat og 697 kg/m³ grovt aggregat, ble blandet 100 vektdeler sement, 10 vektdeler gips og en sulfitt i en mengde som oppført i tabell 12, under oppnåelse av sprayebetong, og et akselere-
10 ringsmiddel som var laget av kalsiumaluminat, ble blandet
15 til dette i en mengde på 10 vektdeler pr. 100 vektdeler sement, under oppnåelse av hurtigstivnende sprayebetong. Når det gjaldt den sprayede betong, ble imidlertid forandringen av slump med tiden målt. Resultatene er vist i tabell 12.

Anvendte materialer

- 20 -Sulfitt A: Kalsiumsulfitt, kommersielt produkt
-Sulfitt B: Natriumbisulfitt, kommersielt produkt
-Sulfitt C: Natriumpyrosulfitt, kommersielt produkt

TABELL 12

Test nr.	Sulfitt	Slump (cm)			Kompresjonsstyrke (N/mm ²)					Anmerkn.
		Begyn- nel- se	30 min	60 min	1 t	3 t	1 d	7 d	28 d	
12-1	0	7,0	1,5	-	3,0	6,0	16,2	33,3	53,2	Oppfinn.
12-2	A 0,05	9,0	8,0	4,0	3,6	7,9	18,0	38,6	54,9	Oppfinn.
12-3	A 0,07	10,0	8,5	4,5	4,1	8,5	19,7	39,8	56,1	Oppfinn.
12-4	A 0,5	13,5	10,5	6,5	5,4	9,1	20,8	41,7	59,3	Oppfinn.
12-5	A 1,0	17,0	15,0	12,5	6,0	10,0	23,1	43,0	61,7	Oppfinn.
12-6	A 2,0	20,5	18,5	17,0	6,1	10,4	22,8	42,8	61,3	Oppfinn.
12-7	B 0,05	8,5	7,0	1,0	3,4	7,3	17,9	36,7	55,1	Oppfinn.
12-8	B 0,07	9,0	7,5	2,5	3,9	7,5	18,6	40,1	56,1	Oppfinn.
12-9	B 0,5	12,0	9,5	7,0	4,5	8,0	19,9	42,4	58,2	Oppfinn.
12-10	B 1,0	15,5	12,0	9,0	5,0	9,0	20,7	43,1	60,4	Oppfinn.
12-11	B 2,0	19,0	17,5	15,5	5,0	8,9	21,0	43,0	60,4	Oppfinn.
12-12	C 0,05	8,5	6,5	1,0	3,6	7,7	18,7	39,0	54,0	Oppfinn.
12-13	C 0,07	9,0	7,5	2,0	4,0	8,1	19,5	40,6	55,8	Oppfinn.
12-14	C 0,5	12,0	9,0	7,0	5,0	8,8	20,7	42,0	58,0	Oppfinn.
12-15	C 1,0	15,0	11,5	9,5	5,5	9,2	21,5	43,1	60,0	Oppfinn.
12-16	C 2,0	18,0	17,0	13,5	5,6	9,2	21,6	43,4	60,1	Oppfinn.

* "t" angir "time(r)", og "d" angir "dag(er)".

* "Sulfitt" er representert som vektdeler pr. 100 vektdeler sement.

* Symbol "-" når det gjelder slump angir "ikke målbar".

10 EKSEMPEL 13

Testen ble utført på samme måte som i eksempel 1, bortsett fra at 100 vektdeler sement og 15 vektdeler gips ble blandet under oppnåelse av sprayebetong, og et akselere-ringsmiddel fremstilt ved blanding av 100 vektdeler kalsium-aluminat og et alkalimetall-aluminat eller et alkalimetall-karbonat, i en mengde som angitt i tabell 13, ble tilsatt til dette i en mengde på 10 vektdeler pr. 100 vektdeler

sement, under oppnåelse av hurtigstivnende sprayebetong. Resultatene er vist i tabell 13.

Anvendte materialer

-Alkalimetall-aluminat: Kommersielt tilgjengelig natriumaluminat

-Alkalimetall-karbonat: Kommersielt tilgjengelig natriumkarbonat

TABELL 13

Test nr.	Alkali- metall- aluminat	Alkali- metall- karbonat	Kompresjonsstyrke (N/mm ²)				
			1 t	3 t	1 d	7 d	28 d
13-1	0,0	0,0	3,4	6,6	17,5	38,4	55,0
13-2	0,1	0,0	4,0	7,0	19,3	39,2	55,0
13-3	1,0	0,0	4,3	7,4	19,5	40,6	55,2
13-4	2,0	0,0	4,5	7,6	20,8	41,2	55,5
13-5	5,0	0,0	4,6	7,9	21,6	42,7	56,3
13-6	10,0	0,0	4,8	8,3	23,1	43,1	58,4
13-7	25	0,0	5,2	8,4	24,5	42,2	59,7
13-8	30	0,0	5,4	8,8	24,0	41,9	57,4
13-9	40	0,0	5,7	8,9	23,0	41,3	53,2
13-10	50	0,0	6,3	9,2	22,8	37,4	50,6
13-11	55	0,0	6,4	9,5	23,6	35,4	48,8
13-12	0,0	0,5	4,0	7,2	19,4	38,8	55,2
13-13	0,0	1,0	4,5	8,8	19,9	39,6	56,0
13-14	0,0	10,0	5,3	10,2	23,3	41,9	58,2
13-15	0,0	50	7,5	10,7	24,4	43,2	60,3
13-16	0,0	100	7,7	11,6	24,5	38,0	57,0
13-17	0,0	200	8,4	11,9	24,8	37,2	43,0
13-18	10,0	30	8,0	12,2	24,7	42,2	60,5

10

- * "t" angir "time(r)", og "d" angir "dag(er)".
- * "Alkalimetall-karbonat" og "alkalimetall-karbonat" er representert som vektdeler pr. 100 vektdeler kalsiumaluminat.

15

For sammenlikningsformål ble det, uten tilsetning av gips til sementmørtelen, tilsatt et akselereringsmiddel fremstilt ved blanding av 100 vektdeler kalsiumaluminat, 100

vektdeleer gips og 10 vektdeleer natriumaluminat, ved hjelp av et akselereringsmiddel-tilsettingsapparat med pressluft-tilføring, til betong som omfatter 400 kg/mm^3 sement, 1.055 kg/m^3 fint aggregat, 713 kg/m^3 grovt aggregat og 200 kg/m^3 vann, og blandingen ble sprayet.

For oppnåelse av den samme styrkegivende egenskap som ved test nr. 13-6, var det som resultat av dette nødvendig å innarbeide akselereringsmidlet i en mengde på minst 20 vekt%, noe som er minst det dobbelte av mengden som er nødvendig ved test nr. 13-6. Utfra et arbeidsaspekt var videre støvingen vesentlig, og det var nødvendig å stoppe spraying og supplere akselereringsmidlet til akselereringsmiddel-tilsettingsapparatet, og tilstopping av slangen under sprayingen skjedde så ofte at driften var upraktisk.

15 EKSEMPEL 14

Tørr betong ble blandet på samme måte som i eksempel 1, bortsett fra at gips ble iblandet i en mengde på 15 vektdeleer pr. 100 vektdeleer sement, og den ble transportert til sprayemaskinen ved hjelp av en beltetransportør.

20 Et akselereringsmiddel fremstilt ved blanding av 100 vektdeleer kalsiumaluminat og 10 vektdeleer av et alkali-metall-aluminat ble tilsatt til den tørre betong på beltetransportøren slik at det utgjorde 10 vektdeleer pr. 100 vektdeleer sement i den tørre betong.

25 Den tørre betong med tilsatt akselereringsmiddel ble tilført under trykk med luft fra sprayemaskinen, og vann ble tilsatt til dette i en mengde på 50 vektdeleer pr. 100 vektdeleer sement, hvorefter tørrspraying ble utført.

30 Som resultat ble sprayeoperasjonen utført uten problemer slik som tilstopping av røret, og kompresjonsstyrken for det sprayede materiale ble målt og ble funnet å være $4,1 \text{ N/mm}^2$ ved en elding på 1 time, og $58,5 \text{ N/mm}^2$ ved en elding på 28 dager.

35 For sammenlikningsformål ble det utført tørrspraying på samme måte som ovenfor, bortsett fra at det ble tilsatt et akselereringsmiddel fremstilt ved blanding av 100 vektdeleer kalsiumaluminat, 100 vektdeleer vannfri gips og 10 vektdeleer av et alkalimetall-aluminat, til den tørre betong som ikke

inneholdt noe gips, i en mengde på 20 vektdeler pr. 100 vektdeler sement.

Som resultat var støvdannelsen vesentlig, og tilstopping av materialet i tilførselsrøret skjedde noen ganger
5 etter at sprayingen var satt i gang, hvorved det ikke ble utført noen tilstrekkelig operasjon.

EKSEMPEL 15

Tørrspraying ble utført på samme måte som i eksempel 14, bortsett fra at det, under anvendelse av en enhetsmengde
10 av sement på 400 kg/m^3 av fluorsement fremstilt ved blanding av 100 vektdeler sement og 20 vektdeler fluorkalsium-aluminat, ble blandet 100 vektdeler av fluorsementen og 10 vektdeler gips pr. 100 vektdeler sement i fluorsementen, under oppnåelse av tørr betong, og akselereringsmidlet ble tilsatt
15 til dette i en mengde på 10 vektdeler pr. 100 vektdeler fluorsement i tørrbetongen.

Som resultat av dette ble sprayeoperasjonen utført uten problemer så som tilstopping av røret, og kompresjonsstyrken for det sprayede materialet ble målt og ble funnet å være
20 $8,0 \text{ N/mm}^2$ ved en elding på 1 time og $70,5 \text{ N/mm}^2$ ved en elding på 28 dager.

EKSEMPEL 16

Testen ble utført på samme måte som i eksempel 1, bortsett fra at 100 vektdeler sement, 10 vektdeler gips og høy-
25 ytelses-vannreduksjonsmiddel α i en mengde som oppført i tabell 14, ble blandet under oppnåelse av sprayebetong, og et akselereringsmiddel fremstilt ved blanding av 100 vektdeler kalsiumaluminat og 10 vektdeler av et alkalimetall-aluminat ble tilsatt til dette i en mengde på 10 vektdeler
30 pr. 100 vektdeler sement, under oppnåelse av hurtigstivnende sprayebetong. Resultatene er vist i tabell 14.

Anvendte materialer

-Vannreduksjonsmiddel α : Kommersielt tilgjengelig høy-
ytelses-vannreduksjonsmiddel, hovedkomponent: natrium-
35 naftalensulfonat

TABELL 14

Test nr.	Vann-reduksjonsmiddel	Kompresjonsstyrke (N/mm ³)		
		1 t	1 d	28 d
16-1	0,05	3,9	22,2	52,1
16-2	0,1	3,9	21,3	51,9
16-3	0,5	3,8	21,4	51,6
16-4	1,0	3,5	21,3	52,0
16-5	2,0	2,9	20,2	51,5
16-6	3,0	1,9	19,4	51,4

* "t" angir "time(r)", og "d" angir "dag(er)".

* "Vann-reduksjonsmiddel" er representert som vektdeler pr. 100 vektdeler av sement som faststoff-innhold.

EKSEMPEL 17

Testen ble utført på samme måte som i eksempel 1, bortsett fra at 100 vektdeler sement, 10 vektdeler gips og en stivningsretardator eller en stivningsakselerator i en mengde som vist i tabell 15, ble blandet under oppnåelse av sprayebetong, og et akselereringsmiddel fremstilt ved blanding av 100 vektdeler kalsiumaluminat og 10 vektdeler av et alkalimetall-aluminat ble tilblandet til dette i en mengde på 7 vektdeler pr. 100 vektdeler sement, under oppnåelse av hurtigstivnende sprayebetong. Resultatene er vist i tabell 15.

Anvendte materialer

- Stivningsretardator B: Alkalimetall-karbonat, natriumkarbonat, kommersielt produkt
- Stivningsretardator C: Alkalimetall-karbonat, natriumbikarbonat, kommersielt produkt
- Stivningsakselerator: Lesket kalk, kommersielt produkt

TABELL 15

Test nr.	Stivningsretardator (vektdele)	Stivningsakselerator	Kompresjonsstyrke (N/mm ²)		
			1 t	1 d	28 d
17-1	- 0,0	0,0	2,2	18,8	51,4
17-2	A 0,1	0,0	2,4	20,4	54,0
17-3	A 1,0	0,0	2,2	19,5	50,8
17-4	A 10,0	0,0	2,0	17,4	51,6
17-5	B 0,1	0,0	2,5	21,6	52,8
17-6	B 1,0	0,0	2,9	22,8	53,4
17-7	B 10,0	0,0	4,0	23,0	54,9
17-8	A 1,0 B 1,0	0,0	2,8	23,8	52,9
17-9	C 0,1	0,0	2,5	20,8	50,8
17-10	C 1,0	0,0	2,7	21,6	52,8
17-11	C 10,0	0,0	3,0	22,0	51,4
17-12	A 1,0 C 1,0	0,0	3,0	22,0	53,5
17-13	- 0,0	0,1	2,2	21,6	54,5
17-14	- 0,0	1,0	2,4	20,8	53,6
17-15	- 0,0	10,0	2,8	22,5	54,2
17-17	A 1,0	5,0	2,8	23,5	51,9

* "t" angir "time(r)", og "d" angir "dag(er)".

* "Stivningsretardator" og "stivningsakselerator" er representert som vektdele pr. 100 vektdele sement.

EKSEMPEL 18

Testen ble utført på samme måte som i eksempel 1, bortsett fra at 100 vektdele sement, 10 vektdele gips, 1 vektdele vannreduksjonsmiddel (B) og ultrafint pulver i en mengde som oppført i tabell 16, ble blandet under oppnåelse av sprayebetong, og et akselereringsmiddel fremstilt ved blanding av 100 vektdele kalsiumaluminat og 10 vektdele av et alkalimetall-aluminat ble blandet til dette i en mengde på 10 vektdele pr. 100 vektdele sement, under oppnåelse av hurtigstivnende sprayebetong. Resultatene er vist i tabell 16.

Anvendte materialer

- Vannreduksjonsmiddel B: Kommersielt tilgjengelig høy-
ytelses-vannreduksjonsmiddel, hovedkomponent: natrium-
polykarboksylat
- 5 -Ultrafint pulver A: Kommersielt tilgjengelig fint slagg,
spesifikt Blaine-overflateareal: 6.500 cm²/g,
gjennomsnittlig partikkelstørrelse: 4 µm
- Ultrafint pulver B: Findelt silika, kommersielt produkt,
gjennomsnittlig partikkelstørrelse: høyst 10 µm
- 10 -Ultrafint pulver C: Kaolin, kommersielt produkt, gjen-
nomsnittlig partikkelstørrelse: høyst 10 µm
- Ultrafint pulver D: Metakaolin, kommersielt produkt,
gjennomsnittlig partikkelstørrelse: høyst 10 µm

Målemetode

- 15 Tilbakestøttingsforhold: Den hurtigstivnende spraye-
betong ble sprayet på en simulert tunnel med en høyde på 3,5
mm og en bredde på 2,5 mm med en sprayehastighet på 4 m³/
time i 30 minutter. Etter fullføring av sprayingen, ble
mengden av den sprayede betong som ikke festet seg og falt
- 20 av, målt, og tilbakestøttingsforholdet ble beregnet ved hjelp
av formelen:

Tilbakestøttingsforhold =

- vekt av den sprayede betong som ikke festes til den simu-
lerte tunnel på sprayetidspunktet, og falt av/vekt av
- 25 sprayebetong anvendt for spraying x 100 (%)

TABELL 16

Test nr.	Ultrafint pulver	Tilbakestøttingsforhold (%)
18-1	A 0	24,3
18-2	A 2	20,5
18-3	A 10	15,4
18-4	A 30	10,6
18-5	B 2	18,8
18-6	B 10	4,0
18-7	B 30	2,0
18-8	C 10	7,0
18-9	D 10	3,6

* "Ultrafint pulver" er representert som vektdeler pr. 100 vektdeler sement

5 EKSEMPEL 19

Testen ble utført på samme måte som i eksempel 18, bortsett fra at 100 vektdeler sement, 10 vektdeler gips, 10 vektdeler ultrafint pulver B, 1 vektdel stivningsretardator A, 2 vektdeler stivningsretardator B og 0,5 vektdeler av en stivningsakselerator ble blandet under oppnåelse av sprayebetong.

Som resultat ble det oppnådd hurtigstivnende sprayebetong hvorved støvingen var ytterst liten, og tilbakestøtingsforholdet var så lavt som 3,6%.

Denne hurtigstivnende sprayebetong ble sprayet, hvorved styrken ved en elding på 1 time var $3,0 \text{ N/mm}^2$, og styrken ved en elding på 28 dager var $59,5 \text{ N/mm}^2$. Det ble således oppnådd sprayet høy-ytelsesbetong med meget høy styrke både i begynnelestrinnet og i et langt tidsrom.

20 EKSEMPEL 20

Testen ble utført på samme måte som i eksempel 18, bortsett fra at 100 vektdeler sement, 10 vektdeler gips, 1,0 vektdel vannreduksjonsmiddel B, 10 vektdeler ultrafint pulver D, samt en stivningsretardator og en stivningsakselerator i mengder som oppført i tabell 17, ble blandet under oppnåelse av sprayebetong, og spraying ble utført ved en sprayehastighet på $2,5 \text{ m}^3/\text{time}$. Resultatene er vist i tabell 17.

30

TABELL 17

Test nr.	Stivningsretardator	Stivningsakselerator	Tilbakestøtingsforhold (%)	Støv	Kompresjonsstyrke (N/mm^2)	
					1 t	28 d
20-1	A 1,0	0,0	3,2	Lite	2,7	61
20-2	- 0,0	1,0	4,0	Lite	3,3	57
20-3	A 1,0	1,0	3,1	Lite	3,6	63

- * "t" angir "time(r)", og "d" angir "dag(er)".
- * "Stivningsretardator" og "stivningsakselerator" er representert som vektdeler pr. 100 vektdeler sement.
- 5 * Kompresjonsstyrke er representert som N/mm^2 .

EKSEMPEL 21

Testen ble utført på samme måte som i eksempel 1, bortsett fra at det, under anvendelse av en enhetsmengde sement som oppført i tabell 18, og en mengde vann som oppført i tabell 18, pr. 100 vektdeler sement, ble blandet 100 vektdeler sement og 10 deler gips under oppnåelse av sprayebetong, og et akselereringsmiddel fremstilt ved blanding av 100 vektdeler kalsiumaluminat og et alkalimetall-aluminat, 15 ble anvendt i en mengde på 10 vektdeler pr. 100 vektdeler sement, under oppnåelse av hurtigstivnende sprayebetong. Når det gjaldt sprayebetongen, ble slump umiddelbart etter eltingen målt. Resultatene er vist i tabell 18.

TABELL 18

Test nr.	Sement	Vann	Slump (cm)	Kompresjonsstyrke (N/mm^2)			Anmerkning
				1 t	1 d	28 d	
21-1	550	35	4,0	6,8	32,9	73,8	Oppfinnelsen
21-2	500	40	7,0	5,7	26,7	65,7	Oppfinnelsen
21-3	450	45	7,5	5,1	24,7	61,0	Oppfinnelsen
21-4	400	50	8,0	4,8	23,1	58,4	Oppfinnelsen
21-5	380	60	12,0	3,0	15,8	46,8	Oppfinnelsen

20

- * "t" angir "time(r)", og "d" angir "dag(er)".
- * Sementmengden er representert som kg/m^3 .
- * "Vann" er representert som vektdeler pr. 100 vektdeler sement.

25

EKSEMPEL 22

Gips med et spesifikt Blaine-overflateareal på $5.000 \text{ cm}^2/g$ og kalsiumaluminat ble fylt i atskilte poser og oppbevart ved en temperatur på 20°C ved en fuktighet på 60%. På 30 anvendelsestidspunktet ble gips blandet med sement og dannet

til mørtel med et forhold mellom sement og fint aggregat på 1:3 under anvendelse av vann i en mengde på 60 vektdeler pr. 100 vektdeler av sement a. Denne mørtel og kalsiumaluminat ble blandet under oppnåelse av hurtigstivnende mørtel. En

5 blanding oppnådd ved blanding av gips med en spesifikk Blaine-overflate på 5.000 cm²/g, og kalsiumaluminat, ble lagret separat på samme måte. På anvendelsestidspunktet ble det laget en mørtel med et forhold mellom sement og fint

10 aggregat på 1:3 under anvendelse av vann i en mengde på 60 vektdeler pr. 100 vektdeler av sement a. Denne mørtel og blandingen ble blandet under tillaging av hurtigstivnende mørtel. For sammenlikning av lagringsstabiliteten hos disse hurtigstivnende mørtelblandinger ble det utført en stiv-

15 ningstest for mørtelblandingene. Den totale mengde av kalsiumaluminat og gips var 15 vektdeler pr. 100 vektdeler sement i hvert tilfelle. Resultatene er vist i tabell 19.

Målemetode

20 Stivnetest: Målt ved 20°C i henhold til en proktor-resistenstest (ASTM C-403).

TABELL 19

Test nr.	Gips	Lagrings-tidsrom i rom	Begynnelses-stivnetid (sek.)			Slutt-stivnetid (min.)		
			I	II	Forskjell	I	II	Forskjell
22-1	100	0	30	25	- 5	10	10	- 0
22-2	100	1 mnd.	63	25	- 38	15	10	- 3
22-3	100	3 mnd.	185	25	- 160	20	10	- 7
22-4	100	6 mnd.	220	25	- 195	27	10	- 15
22-5	100	1 år	300	25	- 275	30	10	- 18
22-6	150	0	38	35	- 3	12	12	- 1
22-7	150	1 mnd.	86	35	- 51	23	12	- 9
22-8	150	3 mnd.	220	35	- 185	30	12	- 19
22-9	150	6 mnd.	310	35	- 275	38	12	- 24
22-10	150	1 år	485	35	- 450	55	12	- 44

* "Gips" er representert som vektdeler pr. 100 vektdeler

kalsiumaluminat.

- * "I" for "begynnelses-stivnetid" og "slutt-stivnetid" representerer et tilfelle hvor gips og kalsiumaluminat ble blandet på forhånd.
- 5 * "II" for "begynnelses-stivnetid" og "slutt-stivnetid" representerer et tilfelle hvor gips og kalsiumaluminat blandes på anvendelsestidspunktet.

EKSEMPEL 23

- 10 Under anvendelse av enhetsmengder av materialer på 400 kg/m³ av sement, 1.055 kg/m³ av fint aggregat, 713 kg/m³ av grovt aggregat og 200 kg/m³ vann, ble disse materialer blandet under oppnåelse av sprayebetong, som ble tilført under trykk ved hjelp av en sprayemaskin av typen Aribler 280
- 15 (varemerke), fremstilt av Aribler Company.

- I en mellomposisjon to Y-rør tilknyttet, og et akselereringsmiddel laget av kalsiumaluminat ble tilført under trykk med luft fra ett av dem i en mengde som oppført i tabell 20, pr. 100 vektdeler av sement a, og gips ble til-
- 20 ført under trykk med luft fra det andre rør i en mengde på 10 vektdeler pr. 100 vektdeler sement. Med den kombinerte blanding ble spraying utført med en hastighet på 4 m³/time, og kompresjonsstyrken for hver elding ble målt. Resultatene er vist i tabell 20.

25

TABELL 20

Test nr.	Akselereringsmiddel	Kompresjonsstyrke (N/mm ²)				Anmerkning
		1 t	1 d	7 d	28 d	
23-1	0,0	0,0	-	18,0	45,1	Sammenlikning
23-2	1,0	0,1	-	18,3	45,2	Oppfinnelse
23-3	2,0	0,4	-	22,5	45,8	Oppfinnelse
23-4	5,0	1,8	13,9	30,7	50,4	Oppfinnelse
23-5	10	3,1	15,0	33,1	52,8	Oppfinnelse
23-6	15	3,7	17,5	37,4	53,9	Oppfinnelse
23-7	20	4,5	20,0	41,2	56,5	Oppfinnelse

* "t" angir "time(r)", og "d" angir "dag(er)".

* "Akselereringsmiddel" er representert som vektdeler pr. 100 vektdeler sement.

- 30 * Symbol "-" for "kompresjonsstyrke" angir at prøvetaking

av en prøve var umulig på grunn av utilstrekkelig styrke.

SAMMENLIKNINGSEKSEMPEL 4

På samme måte som i eksempel 23 ble sprayebetong fremstilt og tilført under trykk, og ved en mellomposisjon ble Y-rør tilknyttet, slik at et akselereringsmiddel som var laget av kalsiumaluminat og gips, ble tilført under trykk med luft i en mengde på 10 vektdeler av hver, pr. 100 vektdeler sement, under forhånds-blanding av dem. Sprayeprosessen ble så utført med blandingen med en hastighet på 4 m³/time. Som resultat ble den hurtigstivnende betong herdet på 5 minutter etter elting, hvorved spraying var umulig.

SAMMENLIKNINGSEKSEMPEL 5

Sprayebetong fremstilt på samme måte som i eksempel 23, gips i en mengde på 10 vektdeler pr. 100 vektdeler sement, og et akselereringsmiddel laget av kalsiumaluminat i en mengde på 10 vektdeler pr. 100 vektdeler sement, ble blandet og tilført under trykk, og spraying ble utført med en hastighet på 4 m³/time, hvorefter kompresjonsstyrken ble målt på samme måte som i eksempel 1. Som resultat var kompresjonsstyrken 3,0 N/mm² ved en elding på 1 time, og 52,0 N/mm² ved en elding på 28 dager.

Etterhvert som sprayetiden gikk, begynte det videre å avsettes en herdet substans i tilførselsrøret, og tilførselsrøret ble til slutt tilstoppet.

EKSEMPEL 24

Testen ble utført på samme måte som i eksempel 23, bortsett fra at et akselereringsmiddel fremstilt ved blanding av et alkalimetall-aluminat eller et alkalimetallkarbonat i en mengde som oppført i tabell 21, pr. 100 vektdeler kalsiumaluminat, ble iblandet i en mengde på 10 vektdeler pr. 100 vektdeler sement. Resultatene er vist i tabell 21.

TABELL 21

Test nr.	Alkalimetall-aluminat	Alkalimetall-karbonat	Kompresjonsstyrke (N/mm ²)			
			1 t	1 d	7 d	28 d
24-1	0,0	0,0	3,1	15,0	33,1	52,8
24-2	0,1	0,0	3,5	17,8	37,0	51,1
24-3	5,0	0,0	4,0	19,9	40,2	54,8
24-4	10	0,0	4,3	20,8	41,6	55,7
24-5	20	0,0	4,6	22,1	40,8	55,0
24-6	50	0,0	5,2	21,3	36,5	49,0
24-7	0	0,5	3,4	16,8	35,0	53,1
24-8	0	1,0	4,0	18,0	36,2	54,8
24-9	0	10	4,6	18,4	37,7	56,8
24-10	0	50	7,0	22,4	40,0	57,5
24-11	0	100	7,1	22,3	37,7	55,1
24-12	0	200	7,5	22,5	36,4	40,4

* "t" angir "time(r)", og "d" angir "dag(er)".

* "Alkalimetall-aluminat" og "alkalimetall-karbonat" er representert som vektdeler pr. 100 vektdeler sement.

EKSEMPEL 25

Testen ble utført på samme måte som i eksempel 1, bortsett fra at 100 vektdeler sement og 10 vektdeler gips ble blandet under oppnåelse av sprayebetong, og et akselereringsmiddel fremstilt ved blanding av 100 vektdeler kalsiumaluminat og gips i en mengde som oppført i tabell 22, ble iblandet i en mengde på 10 vektdeler pr. 100 vektdeler sement, under oppnåelse av hurtigstivnende sprayebetong. Resultatene er vist i tabell 22.

TABELL 22

Test nr.	Gips	Kompresjonsstyrke (N/mm ²)					Anmerkning
		1 t	3 t	1 d	7 d	28 d	
25-1	0	3,0	6,0	16,0	32,6	53,0	Oppfinnelsen
25-2	10	2,8	5,3	15,0	33,0	53,4	Oppfinnelsen
25-3	50	2,2	4,9	14,7	33,4	53,9	Oppfinnelsen
25-4	80	2,1	4,8	14,7	33,8	54,7	Oppfinnelsen
25-5	100	2,0	4,7	14,5	34,4	57,0	Oppfinnelsen
25-6	150	1,7	4,5	14,2	35,0	57,1	Oppfinnelsen
25-7	200	1,0	4,0	12,0	33,2	54,4	Oppfinnelsen

* "t" angir "time(r)", og "d" angir "dag(er)".

* "Gips" er representert som vektdeler pr. 100 vektdeler
5 kalsiumaluminat.

SAMMENLIKNINGSEKSEMPEL 6

Testen ble utført på samme måte som i eksempel 22,
bortsett fra at gips og kalsiumaluminat ble blandet på
10 forhånd, og en stivnetest for mørtel ble utført for fem
partier som hadde forskjellig blandedag. Resultatene er vist
i tabell 23.

I de tilfeller hvor gips og kalsiumaluminat blandes på
forhånd, vil begynnelses-stivnetiden og slutt-stivnetiden
15 for blandingen av gips og kalsiumaluminat kunne bli meget
lange på noen få dager, avhengig av blandedagen, og det kan
ikke oppnås noen stabiliserte fysiske egenskaper. Bland-
dingene kan derfor ikke anvendes som akseptable produkter.

20

25

TABELL 23

Test nr.	Gips	Blandingsparti	Antall dager lagring	Begynnelsesstivnetid (min.)	Sluttstivnetid (sek.)
26-1	150	1	0	38	12
26-2	150		3	50	16
26-3	150	2	0	38	12
26-4	150		3	70	19
26-5	150	3	0	38	12
26-6	150		3	100	27
26-7	150	4	0	38	12
26-8	150		3	40	14
26-9	150	5	0	38	12
26-10	150		3	210	33

* "Gips" er representert som vektdeler pr. 100 vektdeler kalsiumaluminat.

- 5 * Blandingspartier 1-5 er forskjellige fra hverandre når det gjelder blandedag.

Ved anvendelse av sprayematerialet ifølge den foreliggende oppfinnelse vil egenskapene som gir begynnelsesstyrke og langvarig styrke være utmerkede sammenliknet med vanlig sprayemateriale som er av en kalsiumaluminat-type, eller en blanding som omfatter kalsiumaluminat, et alkalimetallaluminat og/eller et alkalimetall-karbonat. Den sprayede tykkelse kan følgelig gjøres tynn sammenliknet med tykkelsen ved en slik vanlig fremgangsmåte, sprayetiden kan forkortes, og sprayemengden kan reduseres, slik at fremgangsmåten lønner seg.

Mengden av akselereringsmiddel for tilsetning på stedet kan videre reduseres til omtrent halvparten. Siden mengden akselereringsmiddel som tilsettes på stedet kan reduseres, er det unødvendig å avbryte sprayeoperasjonen under sprayingen, og dannelse av støv under sprayingen kan reduseres.

Sammenliknet med de tilfeller hvor sement og et akselereringsmiddel fremstilt ved blanding av gips og kalsiumaluminat på forhånd, blandes, kan lagringsstabiliteten økes, og uten produktet ifølge den foreliggende oppfinnelse er praktisk anvendelse umulig.

Ved anvendelse av finpulver-sement kan egenskapene som gir begynnelsesstyrke og langvarig styrke, videre forbedres betydelig.

5 Ved anvendelse av fluorsement kan egenskapene som gir begynnelsesstyrke, mellomstyrke og langvarig styrke, forbedres uten tilstopping av dysen eller forringelse når det gjelder ytelsen av akselereringsmidlet, og tilbakestøttingsforholdet kan også reduseres.

10 Ved virkningene av et fosfat vil fluiditeten være utmerket selv når den anvendte vannmengde reduseres, hvorved arbeidseffektiviteten vil forbedres, siden det hovedsakelig ikke vil være noen mulighet til tilstopping i tilførselsrøret.

15 Ved innarbeidelse av et støvreduksjonsmiddel kan støvmengden reduseres betydelig, hvorved arbeidsmiljøet kan forbedres.

Ved innarbeidelse av et fibermateriale er det mulig å oppnå hurtigstivnende sprayebetong, som er utmerket når det gjelder slagseighet eller elastisitet.

20 Ved anvendelse av en sulfitt vil egenskapene som gir begynnelsesstyrke og langvarig styrke, være utmerket, hvorved en minsking av slump med tiden kan reduseres.

25 I de tilfeller hvor sement, et akselereringsmiddel og gips tilføres separat under trykk, vil det ikke være noen forringelse når det gjelder kvaliteten av akselereringsmidlet med gips.

30 Ved anvendelse av sprayematerialet som omfatter sementmørtel omfattende sement og gips som hovedkomponenter, og et akselereringsmiddel omfattende kalsiumaluminat og gips som hovedkomponenter, kan videre egenskapene som gir begynnelsesstyrke og langvarig styrke, forbedres vesentlig. I et slikt tilfelle er det, ved innarbeidelse av gips i sementmørtelen, mulig i vesentlig grad å redusere mengden av akselereringsmidlet som fremstilles ved blanding av kalsiumaluminat og gips, slik at forringelse av kvaliteten kan forhindres.

35

P a t e n t k r a v :

1. Sprayemateriale, k a r a k t e r i s e r t v e d a t
5 det omfatter en tokomponent-blanding av
(1) sementmørtel omfattende 100 vektdeler av en
blanding av sement og gips og fra 35 til 60
vektdele vann; og
(2) et akselereringsmiddel omfattende
10 kalsiumaluminat.
2. Sprayemateriale ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t
v e d a t akselereringsmidlet omfatter kalsiumaluminat og
gips.
15
3. Sprayemateriale, k a r a k t e r i s e r t v e d a t
det kan oppnås ved å tilføre separat under trykk
sementmørtel, et akselereringsmiddel, og gips, hvori
akselereringsmidlet omfatter kalsiumaluminat.
20
4. Sprayemateriale ifølge hvilket som helst av kravene 1-
3, k a r a k t e r i s e r t v e d a t sementen er sement
som har et Blaine spesifikt overflateareal på minst 4.500
cm²/g og/eller sement som har et kalsiumaluminat som
25 inneholder fluor.
5. Sprayemateriale ifølge hvilket som helst av kravene 1-
4, k a r a k t e r i s e r t v e d a t akselereringsmidlet
omfatter kalsiumaluminat og et alkalimetallaluminat og/eller
30 alkalimetallkarbonat.
6. Sprayemateriale ifølge hvilket som helst av kravene 1-
5, k a r a k t e r i s e r t v e d a t sementmørtelen
35 inneholder et fosfat.
7. Sprayemateriale ifølge hvilket som helst av kravene 1-
6, k a r a k t e r i s e r t v e d a t det videre inneholder

en eller flere tilsetninger som er valgt fra gruppen som består av aminer, støvreduserende midler, fibermaterialer, sulfitter, vannreduserende midler, herdebremsende midler, herdeaktivatorer og ultrafine pulvere.

5

8. Fremgangsmåte for spraying, k a r a k t e r i s e r t v e d at den omfatter anvendelse av sprayematerialet ifølge hvilket som helst av kravene 1-7.

10