



(12) BẢN MÔ TẢ SÁNG CHẾ THUỘC BẢNG ĐỘC QUYỀN SÁNG CHẾ

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN) (11)
CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ



1-0043425

(51)^{2020.01} C04B 22/08; C04B 28/02; C04B 22/14; (13) B
C04B 22/06; C04B 22/10

-
- (21) 1-2020-03015 (22) 12/03/2019
(86) PCT/JP2019/010076 12/03/2019 (87) WO2019/176957 19/09/2019
(30) 2018-046464 14/03/2018 JP; 2018-178512 25/09/2018 JP; 2018-186484 01/10/2018 JP; 2018-189748 05/10/2018 JP
(45) 25/02/2025 443 (43) 25/12/2020 393A
(73) DENKA COMPANY LIMITED (JP)
1-1, Nihonbashi-Muromachi 2-chome, Chuo-ku, Tokyo 1038338 Japan
(72) MUROKAWA, Takamitsu (JP); IWASAKI, Masahiro (JP); MISHIMA, Shunichi (JP); MIYAGUCHI, Katsuichi (JP); ARAKI, Akitoshi (JP); ISHII, Yasuhiro (JP); HATTA, Kenji (JP); SAKAKIBARA, Takanori (JP).
(74) Công ty TNHH một thành viên Sở hữu trí tuệ VCCI (VCCI-IP CO.,LTD)
-

(54) CHẤT KẾT CỨNG NHANH DẠNG BỘT, VẬT LIỆU KẾT CỨNG NHANH, SẢN PHẨM ĐÃ TÔI CỨNG VẬT LIỆU KẾT CỨNG NHANH VÀ PHƯƠNG PHÁP PHUN

(21) 1-2020-03015

(57) Sáng chế đề cập đến chất kết cứng nhanh dạng bột chứa canxi aluminat và natri silicat, tốt hơn là còn chứa ít nhất một chất được chọn từ nhóm bao gồm sulfat kim loại kiềm, sulfat kim loại kiềm thổ, và nhôm sulfat.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến chất kết cứng nhanh dạng bột, vật liệu kết cứng nhanh, sản phẩm đã tôi cứng vật liệu kết cứng nhanh và phương pháp phun, và cụ thể là đề cập đến chất kết cứng nhanh dạng bột, vật liệu kết cứng nhanh, sản phẩm đã tôi cứng vật liệu kết cứng nhanh và phương pháp phun được sử dụng trong lĩnh vực xây dựng và xây dựng dân dụng.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Cho đến nay, để làm kỹ thuật kết cứng nhanh cho xi măng, ví dụ, kỹ thuật nạo riêng biệt trong điều kiện có áp suất vật liệu tôi cứng nhanh xi măng dạng huyền phù hoặc dạng bột mà chứa canxi aluminat và sulfat vô cơ làm các thành phần chính, và bê tông, sau đó kết hợp và trộn chúng, và tôi cứng hỗn hợp thu được trong 30 giây đến vài chục phút (ví dụ, xem tài liệu sáng chế 1). Mặt khác, phèn được biết đến như chất gia tốc tôi cứng cho xi măng, và được sử dụng làm một phần của chất kết cứng nhanh để phun (ví dụ, xem tài liệu sáng chế 2).

Để làm các chất kết cứng nhanh hiện có sẵn trên thị trường, đã biết đến các chất chứa, làm các thành phần chính, bất kỳ trong số thủy tinh lỏng, aluminat kim loại kiềm, hỗn hợp của aluminat kim loại kiềm và cacbonat kim loại kiềm, hỗn hợp được pha chế bằng cách kết hợp thêm aluminat kim loại kiềm hoặc hỗn hợp của aluminat kim loại kiềm và cacbonat kim loại kiềm với

alunit nung, và canxi aluminat.

Danh sách tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: JP 57-10058 A

Tài liệu sáng chế 2: JP 2-1104 A

Tuy nhiên, thủy tinh lỏng, aluminat kim loại kiềm, cacbonat kiềm kim loại kiềm, và hỗn hợp được pha chế bằng cách kết hợp thêm aluminat kim loại kiềm hoặc hỗn hợp của aluminat kim loại kiềm và cacbonat kim loại kiềm với alunit nung có hiệu suất kết cứng nhanh kém. Hệ quả là, ví dụ, trong môi trường tiếp xúc với nước mà ở đó nước luôn luôn hoặc thường xuyên tồn tại, như chỗ đọng nước, quá trình xử lý phun là đặc biệt khó khăn. Cụ thể, có vấn đề là vật liệu phun có thể khó hiện thực hóa hiệu suất kết dính tốt trong môi trường tiếp xúc với nước. Ngoài ra, ở chỗ đọng nước, khi vật liệu kết cứng nhanh được tán thành bột và được kết hợp với xi măng, hỗn hợp thu được của vật liệu kết cứng nhanh được tán thành bột và xi măng cần giảm độ lưu động đến mức độ cực kỳ cao và, ngoài ra, khả năng thể hiện độ bền và hiệu suất kết cứng rất tốt là không thể thiếu đối với hỗn hợp. Ngoài ra, khi chỗ đọng nước được xử lý phun bị nứt sau quá trình xử lý phun, nhưng khi việc phục hồi chỗ này là không cần thiết hoặc dễ dàng, quá trình xử lý phun này là vô cùng quan trọng theo quan điểm về sự bảo trì.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật cần giải quyết

Theo quan điểm nêu trên, mục đích của sáng chế sáng chế là đề xuất chất kết cứng nhanh dạng bột mà, khi được sử dụng làm vật liệu kết cứng nhanh, thể hiện độ kết dính tốt thậm chí trong môi trường tiếp xúc với nước và mà có thể thể hiện hoạt động phục hồi rất tốt trên những chỗ bị nứt.

Các tác giả đã thực hiện nhiều cuộc điều tra khác nhau nhằm mục đích giải quyết các vấn đề được đề cập ở trên và, kết quả là, đã tìm ra rằng, bằng cách sử dụng chất kết cứng nhanh cụ thể, độ kết dính của bê tông phun trong môi trường tiếp xúc với nước được cải thiện và, ngoài ra, thậm chí khi bê tông phun bị nứt, nó vẫn có hiệu suất tự phục hồi, và đã hoàn thành sáng chế. Cụ thể, như được mô tả dưới đây, sáng chế bao gồm khía cạnh thứ nhất, khía cạnh thứ hai, khía cạnh thứ ba và khía cạnh thứ tư. Dưới đây, các khía cạnh thứ nhất đến thứ tư của sáng chế sẽ được gọi chung là sáng chế.

Cách thức giải quyết vấn đề

<Khía cạnh thứ nhất của sáng chế>

- [1] Chất kết cứng nhanh dạng bột chứa canxi aluminat và natri silicat.
- [2] Chất kết cứng nhanh dạng bột theo mục [1], trong đó tỷ lệ mol của SiO_2 so với Na_2O trong natri silicat ($\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$) là từ 0,5 đến 1,5.
- [3] Chất kết cứng nhanh dạng bột theo [1] hoặc [2], trong đó số lượng hydrat trong natri silicat là 9 hoặc nhỏ hơn.
- [4] Chất kết cứng nhanh dạng bột theo mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến [3], trong đó tỷ lệ mol của CaO so với Al_2O_3 trong canxi aluminat ($\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$) là từ 2,0 đến 3,0.
- [5] Chất kết cứng nhanh dạng bột theo mục bất kỳ trong số các mục từ [1]

đến [4], còn chứa ít nhất một chất được chọn từ nhóm bao gồm cacbonat kiềm, canxi hydroxit và phèn.

[6] Chất kết cứng nhanh dạng bột theo mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến [5], còn chứa ít nhất một chất được chọn từ nhóm bao gồm sulfat kim loại kiềm, sulfat kim loại kiềm thổ, và nhôm sulfat.

[7] Chất kết cứng nhanh dạng bột theo [5] hoặc [6], trong đó phèn là ít nhất một chất được chọn từ nhóm bao gồm phèn kali, phèn natri, và phèn amoni.

[8] Chất kết cứng nhanh dạng bột theo mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến [7], chứa canxi aluminat với lượng là từ 30 đến 80 phần khối lượng và natri silicat với lượng là từ 0,5 đến 20 phần khối lượng trong 100 phần khối lượng của chất kết cứng nhanh dạng bột.

[9] Chất kết cứng nhanh dạng bột theo mục bất kỳ trong số các mục từ [5] đến [8], chứa cacbonat kiềm với lượng là từ 1 đến 20 phần khối lượng, canxi hydroxit với lượng là từ 5 đến 30 phần khối lượng và phèn với lượng là từ 0,5 đến 30 phần khối lượng trong 100 phần khối lượng của chất kết cứng nhanh dạng bột.

[10] Chất kết cứng nhanh dạng bột theo mục bất kỳ trong số các mục từ [6] đến [9], chứa sulfat kim loại kiềm với lượng là từ 3 đến 25 phần khối lượng trong 100 phần khối lượng của chất kết cứng nhanh dạng bột.

[11] Chất kết cứng nhanh dạng bột theo mục bất kỳ trong số các mục từ [6] đến [9], chứa sulfat kim loại kiềm thổ với lượng là từ 10 đến 60 phần khối lượng trong 100 phần khối lượng của chất kết cứng nhanh dạng bột.

[12] Chất kết cứng nhanh dạng bột theo mục bất kỳ trong số các mục từ [6]

đến [9], chứa nhôm sulfat với lượng là từ 5 đến 25 phần khối lượng trong 100 phần khối lượng của chất kết cứng nhanh dạng bột.

[13] Chất kết cứng nhanh dạng bột theo mục bất kỳ trong số các mục từ [6] đến [9] và [12], trong đó số lượng hydrat trong nhôm sulfat là từ 5 đến 18.

[14] Chất kết cứng nhanh dạng bột theo mục bất kỳ trong số các mục từ [6] đến [13], trong đó diện tích bề mặt riêng theo phương pháp Blaine của sulfat kim loại kiềm thổ là $3000 \text{ cm}^2/\text{g}$ hoặc lớn hơn.

[15] Vật liệu kết cứng nhanh được pha chế bằng cách phối trộn chất kết cứng nhanh dạng bột theo mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến [14] trong vữa phun hoặc bê tông phun.

[16] Vật liệu kết cứng nhanh theo [15], trong đó vữa phun hoặc bê tông phun chứa xỉ lò cao.

[17] Sản phẩm đã tôi cứng vật liệu kết cứng nhanh của sản phẩm đã tôi cứng của vật liệu kết cứng nhanh theo mục [15] hoặc [16], mà sao cho những vết nứt tồn tại trên bề mặt của nó và có chiều rộng tối đa là 0,1 mm được phục hồi 50% hoặc lớn hơn trong môi trường tiếp xúc với nước trong ít nhất 6 tháng.

[18] Phương pháp phun, bao gồm bước trộn và kết hợp vữa phun hoặc bê tông phun trong khi đang được vận chuyển, với chất kết cứng nhanh dạng bột theo mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến [14] để trở thành dòng hỗn hợp, và bước phun dòng thu được vào đối tượng cần phun.

<Khía cạnh thứ hai của sáng chế>

[2-1] Chất kết cứng nhanh dạng bột chứa canxi aluminat, natri silicat và sulfat kim loại kiềm.

[2-2] Chất kết cứng nhanh dạng bột theo mục [2-1], chứa sulfat kim loại kiềm với lượng là từ 3 đến 25 phần khối lượng trong 100 phần khối lượng của chất kết cứng nhanh dạng bột.

[2-3] Chất kết cứng nhanh dạng bột theo mục [2-1] hoặc [2-2], trong đó tỷ lệ mol của SiO_2 so với Na_2O trong natri silicat ($\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$) là từ 0,5 đến 1,5.

[2-4] Chất kết cứng nhanh dạng bột theo mục bất kỳ trong số các mục từ [2-1] đến [2-3], trong đó số lượng hydrat trong natri silicat là 9 hoặc nhỏ hơn.

[2-5] Chất kết cứng nhanh dạng bột theo mục bất kỳ trong số các mục từ [2-1] đến [2-4], trong đó tỷ lệ mol của CaO so với Al_2O_3 trong canxi aluminat ($\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$) là từ 2,0 đến 3,0.

[2-6] Chất kết cứng nhanh dạng bột theo mục bất kỳ trong số các mục từ [2-1] đến [2-5], còn chứa ít nhất một chất được chọn từ nhóm bao gồm cacbonat kiềm, canxi hydroxit và phèn.

[2-7] Chất kết cứng nhanh dạng bột theo [2-6], trong đó phèn là ít nhất một chất được chọn từ nhóm bao gồm phèn kali, phèn natri, và phèn amoni.

[2-8] Chất kết cứng nhanh dạng bột theo mục bất kỳ trong số các mục từ [2-1] đến [2-7], chứa canxi aluminat với lượng là từ 30 đến 80 phần khối lượng và natri silicat với lượng là từ 0,5 đến 20 phần khối lượng trong 100 phần khối lượng của chất kết cứng nhanh dạng bột.

[2-9] Chất kết cứng nhanh dạng bột theo mục bất kỳ trong số các mục từ [2-6] đến [2-8], chứa cacbonat kiềm với lượng là từ 1 đến 20 phần khối lượng, canxi hydroxit với lượng là từ 5 đến 30 phần khối lượng và phèn với lượng là từ 0,5 đến 30 phần khối lượng trong 100 phần khối lượng của chất kết cứng nhanh

dạng bột.

[2-10] Chất kết cứng nhanh dạng bột theo mục bất kỳ trong số các mục từ [2-6] đến [2-9], trong đó cacbonat kiềm là ít nhất một chất được chọn từ nhóm bao gồm natri cacbonat, natri sesqui-cacbonat, natri bicacbonat, và kali cacbonat.

[2-11] Vật liệu kết cứng nhanh được pha chế bằng cách phối trộn chất kết cứng nhanh dạng bột theo mục bất kỳ trong số các mục từ [2-1] đến [2-10] trong vữa phun hoặc bê tông phun.

[2-12] Sản phẩm đã tôi cứng vật liệu kết cứng nhanh của sản phẩm đã tôi cứng của vật liệu kết cứng nhanh theo mục [2-11], mà sao cho những vết nứt tồn tại trên bề mặt của nó và có chiều rộng tối đa là 0,1 mm được phục hồi 50% hoặc lớn hơn trong môi trường tiếp xúc với nước trong ít nhất 6 tháng.

<Khía cạnh thứ ba của sáng chế>

[3-1] Chất kết cứng nhanh dạng bột chứa canxi aluminat, natri silicat và sulfat kim loại kiềm thổ.

[3-2] Chất kết cứng nhanh dạng bột theo mục [3-1], chứa sulfat kim loại kiềm thổ với lượng là từ 10 đến 60 phần khối lượng trong 100 phần khối lượng của chất kết cứng nhanh dạng bột.

[3-3] Chất kết cứng nhanh dạng bột theo mục [3-1] hoặc [3-2], trong đó tỷ lệ mol của SiO_2 so với Na_2O trong natri silicat ($\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$) là từ 0,5 đến 1,5.

[3-4] Chất kết cứng nhanh dạng bột theo mục bất kỳ trong số các mục từ [3-1] đến [3-3], trong đó số lượng hydrat trong natri silicat là 9 hoặc nhỏ hơn.

[3-5] Chất kết cứng nhanh dạng bột theo mục bất kỳ trong số các mục từ [3-1] đến [3-4], trong đó tỷ lệ mol của CaO so với Al_2O_3 trong canxi aluminat

(CaO/Al₂O₃) là từ 2,0 đến 3,0.

[3-6] Chất kết cứng nhanh dạng bột theo mục bất kỳ trong số các mục từ [3-1] đến [3-5], còn chứa ít nhất một chất được chọn từ nhóm bao gồm cacbonat kiềm, canxi hydroxit và phèn.

[3-7] Chất kết cứng nhanh dạng bột theo [3-6], trong đó phèn là ít nhất một chất được chọn từ nhóm bao gồm phèn kali, phèn natri, và phèn amoni.

[3-8] Chất kết cứng nhanh dạng bột theo mục bất kỳ trong số các mục từ [3-1] đến [3-7], chứa canxi aluminat với lượng là từ 30 đến 80 phần khối lượng và natri silicat với lượng là từ 0,5 đến 20 phần khối lượng trong 100 phần khối lượng của chất kết cứng nhanh dạng bột.

[3-9] Chất kết cứng nhanh dạng bột theo mục bất kỳ trong số các mục từ [3-6] đến [3-8], chứa cacbonat kiềm với lượng là từ 1 đến 20 phần khối lượng, canxi hydroxit với lượng là từ 5 đến 30 phần khối lượng và phèn với lượng là từ 0,5 đến 30 phần khối lượng trong 100 phần khối lượng của chất kết cứng nhanh dạng bột.

[3-10] Chất kết cứng nhanh dạng bột theo mục bất kỳ trong số các mục từ [3-6] đến [3-9], trong đó cacbonat kiềm là ít nhất một chất được chọn từ nhóm bao gồm natri cacbonat, natri sesqui-cacbonat, natri bicacbonat, và kali cacbonat.

[3-11] Vật liệu kết cứng nhanh được pha chế bằng cách phối trộn chất kết cứng nhanh dạng bột theo mục bất kỳ trong số các mục từ [3-1] đến [3-10] trong vữa phun hoặc bê tông phun.

[3-12] Sản phẩm đã tôi cứng vật liệu kết cứng nhanh của sản phẩm đã tôi cứng của vật liệu kết cứng nhanh theo mục [3-11], mà sao cho những vết nứt tồn tại

trên bề mặt của nó và có chiều rộng tối đa là 0,1 mm được phục hồi 50% hoặc lớn hơn trong môi trường tiếp xúc với nước trong ít nhất 6 tháng.

<Khía cạnh thứ tư của sáng chế>

[4-1] Chất kết cứng nhanh dạng bột chứa canxi aluminat, natri silicat và nhôm sulfat.

[4-2] Chất kết cứng nhanh dạng bột theo mục [4-1], chứa nhôm sulfat với lượng là từ 5 đến 25 phần khối lượng trong 100 phần khối lượng của chất kết cứng nhanh dạng bột.

[4-3] Chất kết cứng nhanh dạng bột theo mục [4-1] hoặc [4-2], trong đó tỷ lệ mol của SiO_2 so với Na_2O trong natri silicat ($\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$) là 0,5 đến 1,5.

[4-4] Chất kết cứng nhanh dạng bột theo mục bất kỳ trong số các mục từ [4-1] đến [4-3], trong đó số lượng hydrat trong natri silicat là 9 hoặc nhỏ hơn.

[4-5] Chất kết cứng nhanh dạng bột theo mục bất kỳ trong số các mục từ [4-1] đến [4-4], trong đó tỷ lệ mol của CaO so với Al_2O_3 trong canxi aluminat ($\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$) là từ 2,0 đến 3,0.

[4-6] Chất kết cứng nhanh dạng bột theo mục bất kỳ trong số các mục từ [4-1] đến [4-5], còn chứa ít nhất một chất được chọn từ nhóm bao gồm cacbonat kiềm, canxi hydroxit và phèn.

[4-7] Chất kết cứng nhanh dạng bột theo mục [4-6], trong đó phèn là ít nhất một chất được chọn từ nhóm bao gồm phèn kali, phèn natri, và phèn amoni.

[4-8] Chất kết cứng nhanh dạng bột theo mục bất kỳ trong số các mục từ [4-1] đến [4-7], chứa canxi aluminat với lượng là từ 30 đến 80 phần khối lượng và natri silicat với lượng là từ 0,5 đến 20 phần khối lượng trong 100 phần khối

lượng của chất kết cứng nhanh dạng bột.

[4-9] Chất kết cứng nhanh dạng bột theo mục bất kỳ trong số các mục từ [4-6] đến [4-8], chứa cacbonat kiềm với lượng là từ 1 đến 20 phần khối lượng, canxi hydroxit với lượng là từ 5 đến 30 phần khối lượng và phèn với lượng là từ 0,5 đến 30 phần khối lượng trong 100 phần khối lượng của chất kết cứng nhanh dạng bột.

[4-10] Chất kết cứng nhanh dạng bột theo mục bất kỳ trong số các mục từ [4-6] đến [4-9], trong đó cacbonat kiềm là ít nhất một chất được chọn từ nhóm bao gồm natri cacbonat, natri sesqui-cacbonat, natri bicacbonat, và kali cacbonat.

[4-11] Vật liệu kết cứng nhanh được pha chế bằng cách phối trộn chất kết cứng nhanh dạng bột theo mục bất kỳ trong số các mục từ [4-1] đến [4-10] trong vữa phun hoặc bê tông phun.

[4-12] Sản phẩm đã tôi cứng vật liệu kết cứng nhanh của sản phẩm đã tôi cứng của vật liệu kết cứng nhanh theo mục [4-11], mà sao cho những vết nứt tồn tại trên bề mặt của nó và có chiều rộng tối đa là 0,1 mm được phục hồi 50% hoặc lớn hơn trong môi trường tiếp xúc với nước trong ít nhất 6 tháng.

Ở đây, chất kết cứng nhanh dạng bột theo sáng chế được định nghĩa là chất có khả năng truyền hiệu suất kết cứng nhanh cho hồ xi măng, xi măng vữa và xi măng bê tông. Kết cứng nhanh có nghĩa là kết cứng cực kỳ chắc hoặc sự tiêu tán độ lưu động xảy ra nhiều hơn so với ngay sau khi bổ sung chất kết cứng nhanh.

Hiệu quả có lợi của sáng chế

Theo sáng chế, có thể tạo ra chất kết cứng nhanh dạng bột mà, khi được

sử dụng làm vật liệu kết cứng nhanh, thể hiện độ kết dính tốt (cụ thể là độ kết dính tốt thậm chí trong môi trường tiếp xúc với nước) và có thể tạo hiệu quả phục hồi rất tốt cho những chỗ bị nứt.

Cụ thể, theo khía cạnh thứ ba của sáng chế, vật liệu kết cứng nhanh có thể có hiệu suất thể hiện độ bền ban đầu và lâu dài được cải thiện và có thể tạo hiệu quả phục hồi rất tốt cho những chỗ bị nứt.

Mô tả chi tiết sáng chế

Dưới đây, các phương án của mỗi khía cạnh của sáng chế (các phương án của sáng chế) được mô tả chi tiết. Trừ khi có chỉ định cụ thể khác, phần và % được sử dụng trong sáng chế là theo khối lượng.

<Khía cạnh thứ nhất của sáng chế>

[1. Chất kết cứng nhanh dạng bột]

Chất kết cứng nhanh dạng bột của phương án này chứa canxi aluminat và natri silicat. Khi chất này được phun vào chỗ đọng nước, canxi aluminat trong đó chủ yếu tạo ra độ kết dính tốt và natri silicat trong đó thể hiện hiệu quả phục hồi rất tốt cho những chỗ bị nứt. Cụ thể, được coi là natri silicat có thể phản ứng với nước trong chỗ đọng nước để tạo thành gel mà lấp đầy những chỗ bị nứt, và có thể được tôi cứng trở lại và, kết quả là, được coi là hiệu quả phục hồi được đề cập ở trên có thể được thể hiện.

Tốt hơn là, chất kết cứng nhanh dạng bột còn chứa ít nhất một chất được chọn từ nhóm bao gồm cacbonat kiềm, canxi hydroxit và phen. Cũng tốt hơn là, các thành phần cấu thành chất kết cứng nhanh dạng bột là dạng bột. Khi ở dạng bột, khả năng xử lý của chất chứa chúng cải thiện.

(Canxi aluminat)

Canxi aluminat (sau đây được gọi là CA) là thuật ngữ chung cho các hợp chất chứa CaO và Al_2O_3 làm các thành phần chính và có hoạt tính hydrat hóa, và bao gồm các hợp chất mà trong đó một phần của CaO và/hoặc Al_2O_3 được thế với bất kỳ trong số oxit kim loại kiềm, oxit kim loại kiềm thổ, silic oxit, titan oxit, sắt oxit, halogen kim loại kiềm, halogen kim loại kiềm thổ, sulfat kim loại kiềm và sulfat kim loại kiềm thổ, hoặc các chất nền với lượng nhỏ của các thành phần này được pha ở dạng rắn trong các chất chứa CaO và Al_2O_3 làm các thành phần chính, và CA có thể ở dạng tinh thể hoặc vô định hình bất kỳ.

Các ví dụ điển hình của các hợp chất tinh thể bao gồm, khi CaO được thể hiện bởi C, Al_2O_3 được thể hiện bởi A, và R_2O (Na_2O , K_2O , Li_2O) được thể hiện bởi R, C_3A và C_{14}RA_5 với kim loại kiềm được pha ở dạng rắn vào trong đó, cũng như là CA, C_{12}A_7 , $\text{C}_{11}\text{A}_7 \cdot \text{CaF}_2$, $\text{C}_4\text{A} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$, và $\text{C}_3\text{A}_3 \cdot \text{CaSO}_4$. Vì có hiệu suất kết cứng nhanh tốt, các canxi aluminat vô định hình được ưu tiên.

Liên quan đến các canxi aluminat để sử dụng trong các phương án này, các vật liệu công nghiệp của nó có thể bị nhiễm bẩn với một lượng nhỏ các kim loại kiềm và/hoặc các kim loại kiềm thổ, và các vật liệu CA chứa các kim loại kiềm và/hoặc các kim loại kiềm thổ này có thể một phần tạo thành, nhưng sáng chế không bị hạn chế bởi sự có mặt của một lượng nhỏ các kim loại kiềm và/hoặc các kim loại kiềm thổ này.

Tỷ lệ mol của $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ trong các canxi aluminat không bị giới hạn cụ thể, nhưng xét về khả năng thể hiện độ bền ở giai đoạn cực kỳ sớm, tỷ lệ mol tốt hơn là từ 2,0 đến 3,0.

Khi tỷ lệ mol là 2,0 hoặc lớn hơn, các đặc tính kết cứng ở giai đoạn cực

kỳ sớm có thể được làm tốt hơn, và khi tỷ lệ là 3,0 hoặc nhỏ hơn, khả năng thể hiện độ bền tốt lâu dài có thể đạt được dễ dàng.

Hàm lượng của canxi aluminat trong chất kết cứng nhanh dạng bột của phương án này tốt hơn là từ 30 đến 80 phần trong 100 phần của chất kết cứng nhanh dạng bột, tốt hơn nữa là từ 45 đến 60 phần. Khi hàm lượng là 30 phần hoặc lớn hơn, các đặc tính kết cứng tốt có thể đạt được dễ dàng, và khi hàm lượng là từ 80 phần hoặc nhỏ hơn, khả năng thể hiện độ bền tốt lâu dài có thể đạt được dễ dàng.

Diện tích bề mặt riêng theo phương pháp Blaine (sau đây có thể gọi đơn giản là "Blaine") của canxi aluminat tốt hơn là từ 4000 đến 8000 cm²/g, tốt hơn nữa là từ 5000 đến 7000 cm²/g. Khi diện tích bề mặt riêng theo phương pháp Blaine là từ 4000 đến 8000 cm²/g, khả năng thể hiện độ bền ban đầu có thể đạt được dễ dàng và khả năng xử lý của vữa và/hoặc bê tông trong quá trình xử lý phun nhờ đó có thể được làm tốt hơn.

Diện tích bề mặt riêng theo phương pháp Blaine được đo dựa trên thử nghiệm diện tích bề mặt riêng được mô tả trong JIS R 5201 "phương pháp thử nghiệm vật lý cho xi măng".

(Natri silicat)

Natri silicat trong chất kết cứng nhanh dạng bột chủ yếu thể hiện hiệu quả gia tốc sự tiêu tán độ lưu động ở giai đoạn cực kỳ sớm cho xi măng vữa cho vữa phun (sau đây có thể gọi đơn giản là "xi măng vữa") hoặc cho xi măng bê tông cho xi măng phun (sau đây có thể gọi đơn giản là "xi măng bê tông"). Ngoài ra, ví dụ, trong trường hợp mà ở đó vật liệu kết cứng nhanh mà được phun bằng cách sử dụng chất kết cứng nhanh dạng bột bị nứt sau một khoảng

thời gian dài, và ví dụ, đối với các vết nứt có chiều dài 0,1 mm, các vết nứt này có thể được phục hồi cho đến này dưới điều kiện nước đang chảy. Với điều này, natri silicat mà tạo gel với nước có thể coi là hoạt động để tự phục hồi các vết nứt để qua đó thu hẹp chiều rộng của các vết nứt.

Từ quan điểm thể hiện hiệu quả được đề cập ở trên, natri silicat tốt hơn là dạng bột.

Để làm chất kết cứng nhanh dạng bột, ví dụ, để gia tốc sự tiêu tán độ lưu động ở giai đoạn cực kỳ sớm, tỷ lệ mol của SiO_2 so với Na_2O trong natri silicat ($\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$) tốt hơn là 0,5 đến 5, tốt hơn nữa là 0,5 đến 1,5, thậm chí tốt hơn nữa là 0,9 đến 1,3.

Khi tỷ lệ mol là 0,5 hoặc lớn hơn, khả năng xử lý như bột là tốt, và khi tỷ lệ mol là 1,5 hoặc nhỏ hơn, sự tiêu tán độ lưu động cực lớn và khả năng thể hiện độ bền ban đầu từ ngay sau khi bổ sung vào xi măng vữa hoặc xi măng bê tông có thể đạt được dễ dàng.

Natri silicat bao gồm natri orthosilicat, natri metasilicat và natri sesqui-silicat, và trên tất cả, natri metasilicat được ưu tiên. Natri metasilicat bao gồm natri silicat số 1 [$\text{Na}_2\text{Si}_2\text{O}_5$ ($\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{SiO}_2$: $n = 2$)], natri silicat số 2 [$\text{Na}_4\text{Si}_5\text{O}_{12}$ ($\text{Na}_2\text{O} \cdot 2,5\text{SiO}_2$: $n = 2,5$)], natri silicat số 3 [$\text{Na}_2\text{Si}_3\text{O}_7$ ($\text{Na}_2\text{O} \cdot 3\text{SiO}_2$: $n = 3$)], và natri silicat số 4 [$\text{Na}_2\text{Si}_4\text{O}_9$ ($\text{Na}_2\text{O} \cdot 4\text{SiO}_2$: $n = 4$)].

Natri silicat có thể được hydrat hóa hoặc khan mà không bị giới hạn cụ thể, nhưng số lượng hydrat trong đó tốt hơn là 9 hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 5 hoặc nhỏ hơn, và việc sử dụng anhydrit thậm chí được ưu tiên.

Diện tích bề mặt riêng theo phương pháp Blaine của natri silicat tốt hơn

là từ 300 đến 1000 cm²/g, tốt hơn nữa là từ 500 đến 800 cm²/g. Khi diện tích bề mặt riêng theo phương pháp Blaine là từ 300 đến 1000 cm²/g, khả năng thể hiện độ bền ban đầu thu được dễ dàng và khả năng xử lý của vữa và/hoặc bê tông trong quá trình xử lý phun có thể được làm tốt hơn.

Hàm lượng của natri silicat trong chất kết cứng nhanh dạng bột của phương án này tốt hơn là từ 0,5 đến 20 phần trong 100 phần của chất kết cứng nhanh dạng bột, tốt hơn nữa là từ 1 đến 10 phần. Khi hàm lượng là từ 0,5 đến 20 phần, chức năng tự phục hồi vết nứt có thể được làm tốt hơn nữa.

(Cacbonat kiềm)

Cacbonat kiềm biểu thị cacbonat kim loại kiềm, và có thể cải thiện cực tốt đặc tính kết cứng và khả năng thể hiện độ bền ban đầu của chất kết cứng nhanh dạng bột. Mặc dù không bị giới hạn cụ thể, các ví dụ của cacbonat kiềm bao gồm lithi cacbonat, natri cacbonat, natri sesqui-cacbonat, kali cacbonat, natri bicarbonat, và natri hydrogencarbonat. Cụ thể, natri cacbonat, kali cacbonat, natri sesqui-cacbonat, natri bicarbonat và natri hydrogencarbonat là đặc biệt hiệu quả đối với sự kết cứng và khả năng thể hiện độ bền ban đầu, và một hoặc nhiều chất trong số này có thể được sử dụng kết hợp trong đó. Ít nhất một chất được chọn từ nhóm bao gồm natri cacbonat, natri sesqui-cacbonat, natri bicarbonat và kali cacbonat được ưu tiên. Hàm lượng của cacbonat kiềm tốt hơn là từ 1 đến 20 phần trong 100 phần của chất kết cứng nhanh dạng bột, tốt hơn nữa là từ 5 đến 10 phần. Khi hàm lượng là 1 phần hoặc lớn hơn, hiệu quả cải thiện sự kết cứng và độ bền ban đầu có thể đạt được dễ dàng, và khi hàm lượng là 20 phần hoặc nhỏ hơn, các đặc tính kết cứng nhanh có thể được giữ ở trạng thái tốt.

Diện tích bề mặt riêng theo phương pháp Blaine của cacbonat kiềm tốt hơn là từ 500 đến 2000 cm²/g, tốt hơn nữa là từ 800 đến 1500 cm²/g. Khi diện tích bề mặt riêng theo phương pháp Blaine là từ 500 đến 2000 cm²/g, khả năng thể hiện độ bền ban đầu có thể đạt được dễ dàng, và khả năng xử lý của vữa và/hoặc bê tông trong quá trình xử lý phun có thể được làm tốt hơn.

(Canxi hydroxit)

Canxi hydroxit là vật liệu hiệu quả cho việc đảm bảo sự tiêu tán độ lưu động và khả năng thể hiện độ bền lâu dài ở giai đoạn cực kỳ sớm. Mặc dù không bị giới hạn cụ thể tại đó, canxi hydroxit bao gồm vôi hydrat hóa để tạo thành trong quá trình hydrat hóa của vôi sống, và dư lượng cacbua để tạo thành trong quá trình hydrat hóa của cacbua. Canxi hydroxit có sẵn trên thị trường cũng có thể sử dụng ở đây, và cũng có thể sử dụng kết hợp. Hàm lượng của canxi hydroxit tốt hơn là từ 5 đến 30 phần trong 100 phần của chất kết cứng nhanh dạng bột, tốt hơn nữa là từ 10 đến 25 phần. Khi hàm lượng là 5 phần hoặc lớn hơn, các đặc tính kết cứng nhanh và khả năng thể hiện độ bền lâu dài có thể được đảm bảo. Khi hàm lượng là 20 phần hoặc nhỏ hơn, khả năng thể hiện độ bền ban đầu tốt có thể đạt được dễ dàng.

Diện tích bề mặt riêng theo phương pháp Blaine của canxi hydroxit tốt hơn là từ 1000 đến 3000 cm²/g, tốt hơn nữa là từ 1500 đến 2500 cm²/g. Khi diện tích bề mặt riêng theo phương pháp Blaine là từ 1000 đến 3000 cm²/g, các đặc tính kết cứng nhanh và khả năng thể hiện độ bền lâu dài có thể được đảm bảo, và khả năng thể hiện độ bền ban đầu tốt có thể đạt được dễ dàng.

(Phèn)

Phèn là hiệu quả để gia tốc sự tiêu tán độ lưu động ngay sau khi phối

trộn với xi măng vữa hoặc xi măng bê tông và để gia tốc khả năng thể hiện độ bền trong 1 ngày hoặc lâu hơn. Mặc dù không bị giới hạn cụ thể tại đó, các ví dụ của phèn bao gồm phèn kali, phèn crom, phèn sắt, phèn amoni, phèn natri và phèn tự nhiên, và bất kỳ trong số phèn này có thể được sử dụng đơn lẻ hoặc kết hợp. Cụ thể, để tiêu tán độ lưu động của xi măng vữa hoặc xi măng bê tông, tốt hơn là, ít nhất một chất được chọn từ nhóm bao gồm phèn kali, phèn natri và phèn amoni được chứa.

Hàm lượng của phèn tốt hơn là từ 0,5 đến 30 phần trong 100 phần của chất kết cứng nhanh dạng bột, tốt hơn nữa là từ 5 đến 20 phần. Khi hàm lượng là từ 0,5 đến 30 phần, sự tiêu tán độ lưu động không bị trễ, và khả năng thể hiện độ bền trong tuổi vật liệu là 1 ngày có thể được làm tốt hơn.

Diện tích bề mặt riêng theo phương pháp Blaine của phèn tốt hơn là từ 400 đến 1000 cm²/g, tốt hơn nữa là từ 600 đến 800 cm²/g. Khi diện tích bề mặt riêng theo phương pháp Blaine là từ 400 đến 1000 cm²/g, các đặc tính kết cứng nhanh và khả năng thể hiện độ bền lâu dài có thể được đảm bảo, và khả năng thể hiện độ bền ban đầu tốt có thể đạt được dễ dàng.

<Khía cạnh thứ hai của sáng chế>

[1. Chất kết cứng nhanh dạng bột]

Chất kết cứng nhanh dạng bột của phương án này chứa canxi aluminat, natri silicat và sulfat kim loại kiềm. Khi chất này được phun vào chỗ động nước, canxi aluminat trong đó chủ yếu tạo ra độ kết dính tốt và natri silicat trong đó thể hiện hiệu quả phục hồi rất tốt cho những chỗ bị nứt. Cụ thể, được coi là, khi natri silicat được cho tiếp xúc với nước trong chỗ động nước, chất nền gel của canxi silicat có thể được tạo thành để lấp đầy những chỗ bị nứt, và kết quả là,

hoạt động phục hồi được đề cập ở trên có thể được thể hiện.

Ngoài ra, do độ kết dính tốt với canxi aluminat, sulfat kim loại kiềm có thể tồn tại hiệu quả trong việc kết dính các phần. Kết quả là, hiệu quả của sulfat kim loại kiềm để gia cường độ bền ở giai đoạn tương đối sớm, ví dụ, độ bền sau 24 giờ có thể đạt được dễ dàng.

Tốt hơn là, chất kết cứng nhanh dạng bột còn chứa ít nhất một chất được chọn từ nhóm bao gồm cacbonat kiềm, canxi hydroxit và phèn. Cũng tốt hơn là, các thành phần được chứa trong chất kết cứng nhanh dạng bột là dạng bột. Khi ở dạng bột, khả năng xử lý của các thành phần cải thiện.

(Canxi aluminat)

Canxi aluminat là tương tự như trong khía cạnh thứ nhất của sáng chế.

(Natri silicat)

Natri silicat là tương tự như trong khía cạnh thứ nhất của sáng chế.

(Sulfat kim loại kiềm)

Sulfat kim loại kiềm là hiệu quả để truyền hiệu quả gia cường độ bền nên chủ yếu lên đến 24 giờ cho xi măng vữa và xi măng bê tông.

Sulfat kim loại kiềm bao gồm các lithi, natri hoặc kali sulfat, và trong số chúng, các lithi hoặc natri sulfat (lithi sulfat, natri sulfat) được ưu tiên cho hiệu quả gia cường độ bền. Cũng trong số chúng, natri sulfat anhydrit có vai trò làm chất làm khô để hấp thụ độ ẩm trong không khí, và do đó được ưu tiên làm góp phần cho tính ổn định trong suốt quá trình lưu trữ.

Diện tích bề mặt riêng theo phương pháp Blaine của sulfat kim loại kiềm tốt hơn là từ 100 đến 1000 cm²/g, tốt hơn nữa là từ 300 đến 800 cm²/g. Khi diện

tích bề mặt riêng theo phương pháp Blaine là từ 100 đến 1000 cm²/g, khả năng thể hiện độ bền lên đến 24 giờ có thể đạt được dễ dàng và khả năng xử lý của vữa và/hoặc bê tông trong quá trình xử lý phun nhờ đó có thể được làm tốt hơn.

Tốt hơn là, sulfat kim loại kiềm được chứa với lượng là từ 3 đến 25 phần trong 100 phần của chất kết cứng nhanh dạng bột, tốt hơn nữa là từ 5 đến 15 phần. Khi hàm lượng là từ 3 đến 25 phần, hiệu quả gia cường độ bền nén lên đến 24 giờ có thể được truyền dễ dàng hơn.

(Cacbonat kiềm)

Cacbonat kiềm là tương tự như trong khía cạnh thứ nhất của sáng chế.

(Canxi hydroxit)

Canxi hydroxit là tương tự như trong khía cạnh thứ nhất của sáng chế.

(phèn)

Phèn là tương tự như trong khía cạnh thứ nhất của sáng chế.

<Khía cạnh thứ ba của sáng chế>

[Chất kết cứng nhanh dạng bột]

Chất kết cứng nhanh dạng bột của phương án này chứa canxi aluminat, natri silicat và sulfat kim loại kiềm thổ. Khi chất này được phun vào chỗ động nước, canxi aluminat trong đó chủ yếu tạo ra độ kết dính tốt và natri silicat trong đó thể hiện hiệu quả phục hồi rất tốt cho những chỗ bị nứt. Cụ thể, được coi là, khi natri silicat được cho tiếp xúc với nước trong chỗ động nước, chất nền gel của canxi silicat có thể được tạo thành để lấp đầy những chỗ bị nứt, và kết quả là, hoạt động phục hồi được đề cập ở trên có thể được thể hiện.

Ngoài ra, sulfat kim loại kiềm thổ có thể tạo hiệu quả gia cường độ bền

trong khoảng thời gian tương đối dài. Cụ thể, ở nhiệt độ cao là 35°C hoặc cao hơn, độ bền lâu dài có thể được gia tăng nhiều hơn so với trường hợp không chứa sulfat kim loại kiềm thổ. Điều này có thể được coi là do sự gia tăng lượng ettringite bằng sulfat kim loại kiềm thổ.

Tốt hơn là, chất kết cứng nhanh dạng bột còn chứa ít nhất một chất được chọn từ nhóm bao gồm cacbonat kiềm, canxi hydroxit và phèn. Cũng tốt hơn là, các thành phần được chứa trong chất kết cứng nhanh dạng bột là dạng bột. Khi ở dạng bột, khả năng xử lý của các thành phần cải thiện.

(Canxi aluminat)

Canxi aluminat là tương tự như trong khía cạnh thứ nhất của sáng chế.

(Natri silicat)

Natri silicat là tương tự như trong khía cạnh thứ nhất của sáng chế.

(Sulfat kim loại kiềm thổ)

Sulfat kim loại kiềm thổ truyền hiệu quả gia cường độ bền nén trong khoảng thời gian ngắn đến khoảng thời gian dài (ví dụ, trong tuổi vật liệu là 28 ngày) cho xi măng vữa hoặc xi măng bê tông.

Sulfat kim loại kiềm thổ bao gồm các canxi và magie sulfat, và trong số chúng, sulfat của canxi (canxi sulfat) được ưu tiên về hiệu quả gia cường độ bền.

Phụ thuộc vào sự có mặt hoặc không có mặt của nước tinh thể, canxi sulfat bao gồm anhydrit, hemihydrat và dihydrat, và bất kỳ trong số chúng có thể sử dụng ở đây.

Diện tích bề mặt riêng theo phương pháp Blaine của sulfat kim loại kiềm thổ tốt hơn là 1000 cm²/g hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 2000 cm²/g hoặc lớn hơn,

thậm chí tốt hơn nữa là $3000 \text{ cm}^2/\text{g}$ hoặc lớn hơn. Khi diện tích bề mặt riêng theo phương pháp Blaine là $1000 \text{ cm}^2/\text{g}$, hoặc lớn hơn, khả năng thể hiện độ bền trong khoảng thời gian ngắn đến khoảng thời gian dài có thể đạt được dễ dàng và khả năng xử lý của vữa và/hoặc bê tông trong quá trình xử lý phun nhờ đó có thể được làm tốt hơn. Diện tích bề mặt riêng theo phương pháp Blaine tốt hơn là $6000 \text{ cm}^2/\text{g}$ hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là $5000 \text{ cm}^2/\text{g}$ hoặc nhỏ hơn.

Tốt hơn là, sulfat kim loại kiềm thổ được chứa với lượng là từ 10 đến 60 phần trong 100 phần của chất kết cứng nhanh dạng bột, tốt hơn nữa là 15 đến 60 phần, thậm chí tốt hơn nữa là 15 đến 50 phần, và đặc biệt tốt hơn nữa là 20 đến 50 phần. Khi hàm lượng là từ 10 đến 60 phần, hiệu quả gia cường độ bền lâu dài có thể được truyền dễ dàng hơn.

(Cacbonat kiềm)

Cacbonat kiềm là tương tự như trong khía cạnh thứ nhất của sáng chế.

(Canxi hydroxit)

Canxi hydroxit là tương tự như trong khía cạnh thứ nhất của sáng chế.

(Phèn)

Phèn là tương tự như trong khía cạnh thứ nhất của sáng chế.

[Khía cạnh thứ tư của sáng chế]

[1. Chất kết cứng nhanh dạng bột]

Chất kết cứng nhanh dạng bột của phương án này chứa canxi aluminat, natri silicat và nhôm sulfat. Khi chất này được phun vào chỗ động nước, canxi aluminat trong đó chủ yếu tạo ra độ kết dính tốt và natri silicat trong đó thể hiện hiệu quả phục hồi rất tốt cho những chỗ bị nứt. Cụ thể, được coi là natri silicat

có thể phản ứng với nước trong chỗ đọng nước với gel để nhờ đó lấp đầy những chỗ bị nứt, và có thể được tôi cứng trở lại và, kết quả là, hoạt động phục hồi được đề cập ở trên nhờ đó có thể được thể hiện.

Ngoài ra, nhôm sulfat trong phương án này là thành phần để gia tốc sự kết cứng ban đầu để qua đó làm giảm tỷ lệ hồi phục, và thành phần này cung cấp ion amoni trong quy trình hydrat hóa của xi măng để phản ứng với ion canxi từ xi măng hoặc các canxi aluminat để tạo thành canxi aluminat hydrat, và còn phản ứng với ion sulfat để tạo thành canxi sulfoaluminat ở giai đoạn sớm để nhờ đó góp phần cải thiện khả năng thể hiện độ bền ban đầu. Được coi là các hiệu quả này có thể được thể hiện đến mức tối đa bởi sự cùng tồn tại của canxi aluminat để thể hiện độ kết dính và natri silicat để thể hiện hoạt động tạo gel.

Tốt hơn là, chất kết cứng nhanh dạng bột còn chứa ít nhất một chất được chọn từ nhóm bao gồm cacbonat kiềm, canxi hydroxit và phèn. Cũng tốt hơn là, các thành phần được chứa trong chất kết cứng nhanh dạng bột là dạng bột. Khi ở dạng bột, khả năng xử lý của các thành phần cải thiện.

(Canxi aluminat)

Canxi aluminat là tương tự như trong khía cạnh thứ nhất của sáng chế.

(Natri silicat)

Natri silicat là tương tự như trong khía cạnh thứ nhất của sáng chế.

(Nhôm sulfat)

Nhôm sulfat truyền hiệu quả gia cường chủ yếu là tốc độ kết cứng (sự kết cứng ban đầu) để qua đó làm giảm tỷ lệ hồi phục, cho xi măng vữa và xi măng bê tông.

Nhôm sulfat có công thức hóa học là $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$, và $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 14$ đến $18\text{H}_2\text{O}$, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, và nhôm sulfat anhydrit có thể sử dụng được, nhưng không bị giới hạn ở đó, bất kỳ các chất có sẵn trên thị trường đều có thể sử dụng được. Cụ thể, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 14$ đến $18\text{H}_2\text{O}$, $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, và nhôm sulfat anhydrit có thể sử dụng được.

Tốt hơn là, nhôm sulfat được chứa với lượng là từ 5 đến 25 phần trong 100 phần của chất kết cứng nhanh dạng bột, tốt hơn nữa là từ 7,5 đến 20 phần. Khi hàm lượng là từ 5 đến 25 phần, hiệu quả gia tốc tốc độ kết cứng và hiệu quả làm giảm tỷ lệ hồi phục có thể được truyền dễ dàng hơn.

Cũng tốt hơn là, nhôm sulfat là bột mịn. Cụ thể, bột mịn có khả năng đi qua rây 1,2 mm ở tỷ lệ là 90% hoặc lớn hơn được ưu tiên, và bột mịn có khả năng đi qua rây 0,6 mm ở tỷ lệ là 90% hoặc lớn hơn được ưu tiên hơn.

Nhôm sulfat anhydrit có thể có tốc độ hòa tan thấp, và do đó có thể khó có hiệu quả cải thiện các đặc tính kết cứng đầy đủ. Hệ quả là, muối hydrat được ưu tiên sử dụng.

(Cacbonat kiềm)

Cacbonat kiềm là tương tự như trong khía cạnh thứ nhất của sáng chế.

(Canxi hydroxit)

Canxi hydroxit là tương tự như trong khía cạnh thứ nhất của sáng chế.

(phèn)

Phèn là tương tự như trong khía cạnh thứ nhất của sáng chế.

[2. Vật liệu kết cứng nhanh]

Vật liệu kết cứng nhanh của phương án này được pha chế bằng cách phối

trộn chất kết cứng nhanh dạng bột của sáng chế trong vữa phun hoặc bê tông phun.

Xi măng để sử dụng trong vữa phun hoặc bê tông phun bao gồm nhiều loại khác nhau của xi măng Portland như xi măng thông thường, xi măng kết cứng nhanh, xi măng kết cứng cao siêu nhanh, xi măng tỏa nhiệt ít và xi măng tỏa nhiệt trung bình; nhiều loại khác nhau của xi măng trộn được pha chế bằng cách trộn bất kỳ trong số xỉ lò cao, tro bay hoặc silic oxit trong xi măng Portland này; nhiều loại khác nhau của xi măng độn được pha chế bằng cách trộn bất kỳ trong số bột đá vôi hoặc bột mịn của xỉ lò cao làm mát chậm trong xi măng này, cũng như là nhiều loại khác nhau của xi măng sinh học (xi măng eco) được tạo ra từ tro đốt dư từ thành phố hoặc tro đốt bùn thải làm vật liệu khởi đầu.

Phụ thuộc vào mục đích, vữa (vữa phun) hoặc bê tông (bê tông phun) tốt hơn là chứa xỉ lò cao. Tốt hơn là, hàm lượng của xỉ lò cao là từ 15 đến 85 phần so với đến 100 phần của tổng lượng xi măng và xỉ lò cao, tốt hơn nữa là từ 10 đến 80 phần.

Mặc dù không bị giới hạn cụ thể, chất kết tụ để sử dụng trong vữa phun hoặc bê tông phun tốt hơn là chất có tốc độ hấp thụ nước thấp và có độ bền kết tụ cao. Kích thước tối đa của chất kết tụ không bị giới hạn cụ thể miễn là chấp nhận được để xử lý phun. Chất kết tụ mịn như cát sông, cát núi, cát biển, cát vôi và cát silic oxit là sử dụng được, chất kết tụ thô như sỏi sông, sỏi núi và sỏi vôi là sử dụng được, và cát nghiền và đá nghiền đều có thể sử dụng được.

Lượng chất kết cứng nhanh dạng bột được sử dụng tốt hơn là từ 5 đến 20 phần so với đến 100 phần của xi măng trong vữa phun hoặc bê tông phun, tốt hơn nữa là từ 7 đến 15 phần. Khi lượng chất kết cứng nhanh dạng bột được sử

dụng là từ 5 đến 20 phần, độ kết dính tốt có thể đạt được thậm chí trong môi trường tiếp xúc với nước như chỗ đọng nước, và hoạt động phục hồi rất tốt được thể hiện sẵn trên những chỗ bị nứt. Cũng tốt hơn là, tỷ lệ nước/xi măng là từ 40 đến 65%.

Vật liệu kết cứng nhanh của phương án này được sử dụng chủ yếu trong phương pháp phun, mặc dù không bị giới hạn ở đó. Phương pháp phun tốt hơn là phun khô hoặc phun ướt, phụ thuộc vào các đặc tính vật lý mong muốn, hiệu quả kinh tế và khả năng gia công.

[3. Sản phẩm đã tôi cứng vật liệu kết cứng nhanh]

Sản phẩm đã tôi cứng vật liệu kết cứng nhanh của phương án này là sản phẩm đã tôi cứng của vật liệu kết cứng nhanh được đề cập trước đó của sáng chế, và sao cho những vết nứt tồn tại trên bề mặt của nó và có chiều rộng tối đa là 0,1 mm được phục hồi 50% hoặc lớn hơn trong môi trường tiếp xúc với nước trong ít nhất 6 tháng. Ở đây, "được phục hồi 50% hoặc lớn hơn" có nghĩa là một nửa hoặc lớn hơn chỗ dự kiến bị nứt có chiều rộng tối đa là 0,1 mm được lấp đầy.

Như được mô tả trước đó, vật liệu kết cứng nhanh của phương án này là chất kết dính cao và do đó có thể tạo ra một cách hiệu quả sản phẩm đã tôi cứng. Sản phẩm đã tôi cứng của vật liệu phun thông thường có thể thường nứt theo thời gian. Đối với trường hợp này có thể là, sản phẩm đã tôi cứng vật liệu kết cứng nhanh của phương án này có thể tạo thành các vết nứt nhỏ, nhưng được coi là natri silicat trong vật liệu kết cứng nhanh có thể phản ứng với nước thành gel trong môi trường tiếp xúc với nước như chỗ đọng nước để nhờ đó lấp đầy các vết nứt, và sau đó có thể được tôi cứng lại. Hệ quả là, sản phẩm đã tôi cứng vật liệu kết cứng nhanh có thể thể hiện hiệu quả phục hồi rất tốt cho các vết nứt và

có thể đảm bảo độ bền tốt.

Liên quan đến vật liệu kết cứng nhanh theo khía cạnh thứ hai của sáng chế, sulfat kim loại kiềm trong đó có thể tồn tại hiệu quả ở chỗ phun, và do đó hiệu quả gia cường độ bền ở giai đoạn tương đối sớm có thể được hiện thực hóa dễ dàng do sulfat kim loại kiềm.

Liên quan đến vật liệu kết cứng nhanh theo khía cạnh thứ ba của sáng chế, sulfat kim loại kiềm thổ trong đó có thể tồn tại hiệu quả ở chỗ phun, và do đó hiệu quả gia cường độ bền trong khoảng thời gian tương đối dài có thể được hiện thực hóa dễ dàng do sulfat kim loại kiềm thổ. Cụ thể, thậm chí ở nhiệt độ cao là 35°C hoặc cao hơn, hiệu quả gia cường độ bền lâu dài có thể đạt được dễ dàng.

Liên quan đến vật liệu kết cứng nhanh theo khía cạnh thứ tư của sáng chế, nhôm sulfat trong đó có thể tồn tại hiệu quả ở chỗ phun, và do đó hiệu quả gia tăng tốc độ kết cứng và hiệu quả làm giảm tốc độ phục hồi có thể được hiện thực hóa dễ dàng do nhôm sulfat.

[4. Phương pháp phun]

Phương pháp phun của phương án này là phương pháp trộn và kết hợp vữa phun hoặc bê tông phun trong quá trình vận chuyển với chất kết cứng nhanh dạng bột của sáng chế và bước phun hỗn hợp thu được vào đối tượng cần phun. Bằng cách trộn và kết hợp với chất kết cứng nhanh dạng bột, vật liệu kết cứng nhanh của sáng chế được đề cập trước đó được tạo thành.

Cụ thể, bê tông phun hoặc vữa phun mà đang được vận chuyển có định lượng qua bơm bê tông hoặc bơm vữa còn được vận chuyển trên đường đi với

khí nén và/hoặc bơm vào vùng trộn chất kết cứng nhanh. Trong vùng này, bê tông phun hoặc vữa phun được vận chuyển được trộn để trở thành dòng hợp nhất với chất kết cứng nhanh dạng bột của sáng chế mà đang được vận chuyển có định lượng từ máy bổ sung chất kết cứng nhanh bằng hoạt động của khí nén cho sự vận chuyển, và sau đó được phun vào đối tượng cần phun.

Trong phương pháp phun này, máy bổ sung chất kết cứng nhanh tốt hơn là xây dựng sao cho chất kết cứng nhanh được bổ sung trước tiên vào đó, sau đó được đặt vào trong bình chứa, được kết hợp với không khí nén trong khi đang được nạp có định lượng qua thiết bị nạp quay, và sau đó còn được vận chuyển bằng hoạt động của khí nén, theo thứ tự từ phía hướng lên của máy.

Năng lượng của thiết bị nạp quay của máy bổ sung chất kết cứng nhanh tốt hơn là nhận tín hiệu bởi năng lượng của pittông của bơm bê tông.

Cũng tốt hơn là, trước khi máy bổ sung chất kết cứng nhanh, thiết bị cung cấp chất kết cứng nhanh được sắp xếp sao cho chất kết cứng nhanh có thể được cung cấp vào máy bổ sung chất kết cứng nhanh sau khi được vận chuyển có định lượng từ thiết bị cung cấp chất kết cứng nhanh.

Ngoài ra, cũng được ưu tiên là thiết bị cung cấp chất kết cứng nhanh có thể phối hợp với thiết bị đo mức của bình chứa của máy bổ sung chất kết cứng nhanh để được nhận tín hiệu và xuất tín hiệu.

Các ví dụ của hệ thống phun bao gồm, mặc dù không bị giới hạn cụ thể tại đó, bơm bê tông sản xuất bởi MAYCO Industries Inc. làm thiết bị vận chuyển bê tông, thiết bị sản xuất bởi Werner Mader GmbH làm thiết bị bổ sung chất kết cứng nhanh, thiết bị sản xuất bởi Spiroflow Limited làm thiết bị cung cấp chất kết cứng nhanh cho thiết bị bổ sung, và các thiết bị khác mà ở đó các chuỗi

chuyển động của các thiết bị riêng biệt được phối hợp với nhau.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Dưới đây nội dung của sáng chế được mô tả chi tiết hơn thông qua các ví dụ và các ví dụ so sánh dưới đây, nhưng sáng chế không bị giới hạn ở đó.

<Các ví dụ của khía cạnh thứ nhất của sáng chế>

"Ví dụ thí nghiệm 1"

Cacbonat kiềm A, canxi aluminat, canxi hydroxit α , phèn a và natri silicat được trộn theo thành phần phối trộn được thể hiện trong Bảng 1 và Bảng 2 để pha chế chất kết cứng nhanh dạng bột, mặt khác, vữa bao gồm 800g xi măng, 2000g chất kết tụ mịn, 400g nước được pha chế, và 80g chất kết cứng nhanh dạng bột được bổ sung vào vữa để pha chế vữa kết cứng nhanh (vật liệu kết cứng nhanh), và ngay sau khi pha chế, thời gian làm giảm độ lưu động, thời gian kết cứng và độ bền nén của vật liệu được đo. Các kết quả được thể hiện trong Bảng 1 và Bảng 2.

Các vật liệu được sử dụng và các phương pháp thử nghiệm được mô tả dưới đây.

"Các vật liệu được sử dụng"

Xi măng: sản phẩm thương mại, xi măng Portland thông thường, tỷ trọng 3,15 g/cm³

Chất kết tụ mịn: cát sông từ hệ thống sông Himekawa của tỉnh Niigata, tỷ trọng 2,61 g/cm³

Nước: nước công nghiệp

Cacbonat kiềm A: sản phẩm thương mại, natri cacbonat, Blaine 1200 cm²/g

Canxi aluminat: Các vật liệu thô được nghiền và được trộn để có tỷ lệ mol $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ là 2,5, sau đó được nung chảy trong lò nung điện và được làm mát nhanh. Mức độ thủy tinh hóa 90%, Blaine 5500 cm^2/g

Canxi hydroxit α : dư lượng cacbua, Blaine 2000 cm^2/g

Phèn a: phèn kali 12-hydrat, sản phẩm thương mại, Blaine 600 cm^2/g

Natri silicat: tỷ lệ mol $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ là 1,0, Blaine 600 cm^2/g , sản phẩm thương mại, anhydrit

"Các phương pháp thử nghiệm"

Thời gian làm giảm độ lưu động:

Chất kết cứng nhanh dạng bột được bổ sung vào vữa được pha chế, và thời gian làm giảm độ lưu động của vữa được đo.

Thời gian kết cứng:

Chất kết cứng nhanh dạng bột được bổ sung vào vữa được pha chế, sau đó được đóng gói nhanh trong ván khuôn dành riêng cho thử nghiệm giám sát, và thời gian bắt đầu sự kết cứng và thời gian kết thúc sự kết cứng sau khi bổ sung chất kết cứng nhanh dạng bột được đo (theo ASTM C403).

Độ bền nén:

Giống như phép đo thời gian kết cứng, độ bền nén (N/mm^2) sau khi pha chế vữa kết cứng nhanh được đo. Tuổi vật liệu là 1 ngày và 28 ngày (theo JSCE D102).

Bảng 1

Thử nghiệm số	Thành phần của chất kết cứng nhanh dạng bột (phần)					Thời gian làm giảm độ lưu động (giây)	Thời gian kết cứng (phút)		Độ bền nén (N/mm ²)		Chú thích
	Cacbonat kiềm A	Canxi aluminat	Canxi hydroxit α	Phèn a	Natri silicat		Bắt đầu	Kết thúc	1 ngày	28 ngày	
1-1	0	50	20	10	5	2	0,5	3	3,3	33,5	Ví dụ
1-2	1	50	20	10	5	2	0,75	3	6,1	32,5	Ví dụ
1-3	3	50	20	10	5	2	0,75	3	7,5	32,5	Ví dụ
1-4	5	50	20	10	5	2	0,75	3	10,2	32,0	Ví dụ
1-5	10	50	20	10	5	3	0,75	4	12,1	32,0	Ví dụ
1-6	20	50	20	10	5	3	0,75	4	13,1	32,0	Ví dụ
1-7	25	50	20	10	5	10	1	7	14,1	28,5	Ví dụ
1-8	10	0	20	10	5	5	30	180	7,5	24,0	Ví dụ so sánh
1-9	10	25	20	10	5	5	3	30	8,1	35,0	Ví dụ
1-10	10	30	20	10	5	5	2	15	10,0	34,0	Ví dụ
1-11	10	40	20	10	5	2	1	7	11,5	33,0	Ví dụ
1-5	10	50	20	10	5	3	0,75	4	12,1	32,0	Ví dụ
1-12	10	70	20	10	5	2	0,5	2	11,0	30,0	Ví dụ
1-13	10	75	20	10	5	1	0,5	1	8,5	28,0	Ví dụ
1-14	10	50	0	10	5	5	0,75	5	10,5	22,0	Ví dụ
1-15	10	50	5	10	5	2	0,75	4	11,1	29,0	Ví dụ
1-16	10	50	10	10	5	2	0,75	4	11,6	31,0	Ví dụ
1-5	10	50	20	10	5	3	0,75	4	12,1	32,0	Ví dụ
1-17	10	50	25	10	5	3	0,75	3	10,0	32,0	Ví dụ
1-18	10	50	35	10	5	3	0,75	3	8,0	31,0	Ví dụ

Bảng 2

Thử nghiệm số	Thành phần của chất kết cứng nhanh dạng bột (phần)					Thời gian làm giảm độ lưu động (giây)	Thời gian kết cứng (phút)		Độ bền nén (N/mm ²)		Chú thích
	Cacbonat kiềm A	Canxi aluminat	Canxi hydroxit α	Phèn a	Natri silicat		Bắt đầu	Kết thúc	1 ngày	28 ngày	
1-19	10	50	20	0	5	7	0,5	3	5,1	25,0	Ví dụ
1-20	10	50	20	0,5	5	5	0,5	3	10,1	27,0	Ví dụ
1-21	10	50	20	5	5	3	0,75	4	11,5	30,0	Ví dụ
1-5	10	50	20	10	5	3	0,75	4	12,1	32,0	Ví dụ
1-22	10	50	20	20	5	2	0,75	4	12,5	32,0	Ví dụ
1-23	10	50	20	25	5	2	0,75	4	12,5	31,0	Ví dụ
1-24	10	50	20	10	0	45	1	4	12,5	32,0	Ví dụ so sánh
1-25	10	50	20	10	0,5	20	0,75	15	12,6	32,0	Ví dụ
1-26	10	50	20	10	1	15	0,75	4	12,3	32,0	Ví dụ
1-5	10	50	20	10	5	3	0,75	4	12,1	32,0	Ví dụ
1-27	10	50	20	10	10	3	0,75	3	11,2	31,0	Ví dụ
1-28	10	50	20	10	20	2	0,5	3	10,8	30,0	Ví dụ
1-29	10	50	20	10	25	1	0,5	3	5,5	22,0	Ví dụ
1-30	-	80	-	-	20	5	0,75	7	7,7	29,0	Ví dụ

Từ Bảng 1 và Bảng 2, có thể thấy rằng, bằng cách chứa canxi aluminat và natri silicat và tốt hơn là chứa thêm, bằng cách bổ sung vào đó, canxi hydroxit, phèn và cacbonat kiềm, thời gian làm giảm độ lưu động là ngắn, thời gian kết cứng không bị trễ và độ bền nén là tốt. Cụ thể, khi phèn và natri silicat được chứa, sự giảm độ lưu động được ngăn không bị trễ và các hỗn hợp có chức năng tốt như chất kết cứng nhanh. Có thể thấy rằng hàm lượng của mỗi thành phần có mức độ phù hợp riêng.

"Ví dụ thí nghiệm 2"

Các thử nghiệm tương tự như trong ví dụ thí nghiệm 1 được thực hiện ngoại trừ việc các natri silicat có tỷ lệ mol $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ khác nhau được sử dụng như trong Bảng 3. Chất kết cứng nhanh dạng bột được pha chế để có thành phần

như của thử nghiệm số 1-5.

80g chất kết cứng nhanh dạng bột được bổ sung vào vữa để pha chế vữa kết cứng nhanh, và ngay sau khi pha chế, thời gian làm giảm độ lưu động, thời gian kết cứng và độ bền nén của nó được đo. Các kết quả được thể hiện trong Bảng 3 dưới đây.

Bảng 3

Thử nghiệm số	Tỷ lệ mol $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ của natri silicat	Thời gian làm giảm độ lưu động (giây)	Thời gian kết cứng (phút)		Độ bền nén (N/mm^2)		Chú thích
			Bắt đầu	Kết thúc	1 ngày	28 ngày	
2-1	0,45	2	0,75	3	5,1	22,5	Ví dụ
2-2	0,5	2	0,75	3	11,5	32,5	Ví dụ
2-3	0,67	2	0,75	3	11,2	32,0	Ví dụ
2-4	0,9	3	0,75	4	12,2	32,1	Ví dụ
1-5	1,0	3	0,75	4	12,1	32,0	Ví dụ
2-5	1,3	3	0,75	4	12,2	32,0	Ví dụ
2-6	1,5	3	0,75	4	13,1	28,5	Ví dụ
2-7	2,0	10	2	7	6,0	22,0	Ví dụ

Từ Bảng 3, có thể thấy rằng, bằng cách chứa canxi aluminat và natri silicat, thời gian làm giảm độ lưu động là ngắn, thời gian kết cứng không bị trễ và độ bền nén là tốt. Đã biết thêm rằng tỷ lệ mol của $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ của natri silicat có phạm vi số phù hợp để thể hiện các đặc tính tốt hơn.

"Ví dụ thí nghiệm 3"

Các thử nghiệm tương tự như trong ví dụ thí nghiệm 1 được thực hiện ngoại trừ việc các loại khác nhau của natri silicat hydrat như được thể hiện trong Bảng 4 được sử dụng. Chất kết cứng nhanh dạng bột được pha chế để có thành phần như của thử nghiệm số 1-5.

80g chất kết cứng nhanh dạng bột được bổ sung vào vữa để pha chế vữa kết cứng nhanh, và ngay sau khi pha chế, thời gian làm giảm độ lưu động, thời

gian kết cứng và độ bền nén của nó được đo. Các kết quả được thể hiện trong Bảng 4.

Bảng 4

Thử nghiệm số	Natri silicat Hydrat	Thời gian làm giảm độ lưu động (giây)	Thời gian kết cứng (phút)		Độ bền nén (N/mm ²)		Chú thích
			Bắt đầu	Kết thúc	1 ngày	28 ngày	
1-5	Anhydrit	3	0,75	4	12,1	32,0	Ví dụ
3-1	5-Hydrat	2	0,75	4	11,5	30,5	Ví dụ
3-2	9-Hydrat	1	0,75	4	10,5	30,0	Ví dụ

Từ Bảng 4, được coi là loại bất kỳ của natri silicat hydrat là hiệu quả cho chất kết cứng nhanh dạng bột.

"Ví dụ thí nghiệm 4"

Các thử nghiệm tương tự như trong ví dụ thí nghiệm 1 được thực hiện ngoại trừ việc các loại khác nhau của phèn như được thể hiện trong Bảng 5 được sử dụng. Chất kết cứng nhanh dạng bột được pha chế để có thành phần như của thử nghiệm số 1-5.

80g chất kết cứng nhanh dạng bột được bổ sung vào vữa để pha chế vữa kết cứng nhanh, và ngay sau khi pha chế, thời gian làm giảm độ lưu động, thời gian kết cứng và độ bền nén của nó được đo. Các kết quả được thể hiện trong Bảng 5.

"Các vật liệu được sử dụng"

Phèn a: phèn kali 12-hydrat, sản phẩm thương mại, Blaine 600 cm²/g

Phèn b: natri nhôm sulfat 12-hydrat, sản phẩm thương mại, Blaine 700 cm²/g

Phèn c: phèn amoni 12-hydrat, sản phẩm thương mại, Blaine 600 cm²/g

Phèn d: phèn sắt 12-hydrat, sản phẩm thương mại, Blaine 600 cm²/g

Phèn e: phèn crom 12-hydrat, sản phẩm thương mại, Blaine 600 cm²/g

Phèn f: phèn kali anhydrit, sản phẩm thương mại, Blaine 600 cm²/g

Phèn g: phèn amoni anhydrit, sản phẩm thương mại, Blaine 700 cm²/g

Phèn h: phèn sắt mono-hydrat, sản phẩm thương mại, Blaine 600 cm²/g

Phèn i: phèn sắt anhydrit, sản phẩm thương mại, Blaine 700 cm²/g

Bảng 5

Thử nghiệm số	Loại phèn	Thời gian làm giảm độ lưu động (giây)	Thời gian kết cứng (phút)		Độ bền nén (N/mm ²)		Chú thích
			Bắt đầu	Kết thúc	1 ngày	28 ngày	
1-5	a	3	0,75	4	12,1	32,0	Ví dụ
4-1	b	4	0,75	5	11,5	31,0	Ví dụ
4-2	c	3	0,75	4	8,6	30,0	Ví dụ
4-3	d	5	1	5	9,2	27,5	Ví dụ
4-4	e	15	3	10	7,5	25,0	Ví dụ
4-5	f	2	0,75	3	13,2	33,5	Ví dụ
4-6	g	2	0,75	3	10,1	26,5	Ví dụ
4-7	h	3	0,75	4	9,5	28,0	Ví dụ
4-8	i	3	0,75	4	10,0	29,0	Ví dụ

Như trong Bảng 5, thời gian làm giảm độ lưu động là ngắn, thời gian kết cứng không bị trễ và độ bền nén là tốt không phân biệt loại phèn. Ngoài ra, có thể thấy rằng một số loại phèn là hiệu quả để thể hiện các đặc tính tốt hơn.

"Ví dụ thí nghiệm 5"

Các thử nghiệm tương tự như trong ví dụ thí nghiệm 1 được thực hiện ngoại trừ việc các loại khác nhau của cacbonat kiềm như được thể hiện trong Bảng 6 được sử dụng. Chất kết cứng nhanh dạng bột được pha chế để có thành phần như của thử nghiệm số 1-5.

80g chất kết cứng nhanh dạng bột được bổ sung vào vữa để pha chế vữa kết cứng nhanh, và ngay sau khi pha chế, thời gian làm giảm độ lưu động, thời

gian kết cứng và độ bền nén của nó được đo. Các kết quả được thể hiện trong Bảng 6.

"Các vật liệu được sử dụng"

Cacbonat kiềm A: sản phẩm thương mại, natri cacbonat, Blaine 1200 cm²/g

Cacbonat kiềm B: sản phẩm thương mại, natri sesqui-cacbonat, Blaine 1400 cm²/g

Cacbonat kiềm C: sản phẩm thương mại, natri bicacbonat, Blaine 800 cm²/g

Cacbonat kiềm D: sản phẩm thương mại, lithi cacbonat, Blaine 1000 cm²/g

Cacbonat kiềm E: sản phẩm thương mại, kali cacbonat, Blaine 1200 cm²/g

Bảng 6

Thử nghiệm số	Loại cacbonat kiềm	Thời gian làm giảm độ lưu động (giây)	Thời gian kết cứng (phút)		Độ bền nén (N/mm ²)		Chú thích
			Bắt đầu	Kết thúc	1 ngày	28 ngày	Ví dụ
1-5	A	3	0,75	4	12,1	32,0	Ví dụ
5-1	B	5	0,75	6	10,8	33,0	Ví dụ
5-2	C	6	0,75	7	8,9	34,0	Ví dụ
5-3	D	20	1	20	6,5	29,5	Ví dụ
5-4	E	5	0,75	7	11,5	32,5	Ví dụ

Như trong Bảng 6, thời gian làm giảm độ lưu động là ngắn, thời gian kết cứng không bị trễ và độ bền nén là tốt không phân biệt loại cacbonat kiềm. Ngoài ra, có thể thấy rằng một số loại cacbonat kiềm là hiệu quả để thể hiện các đặc tính tốt hơn.

"Ví dụ thí nghiệm 6"

Các thử nghiệm tương tự như trong ví dụ thí nghiệm 1 được thực hiện ngoại trừ việc các canxi aluminat có tỷ lệ mol CaO/Al₂O₃ khác nhau như trong Bảng 7 được sử dụng. Chất kết cứng nhanh dạng bột được pha chế để có thành

phần như của thử nghiệm số 1-5. Các canxi aluminat được pha chế để có Blaine là $5500 \pm 200 \text{ cm}^2/\text{g}$

80g chất kết cứng nhanh dạng bột được bổ sung vào vữa để pha chế vữa kết cứng nhanh, và ngay sau khi pha chế, thời gian làm giảm độ lưu động, thời gian kết cứng và độ bền nén của nó được đo. Các kết quả được thể hiện trong Bảng 7.

Bảng 7

Thử nghiệm số	Tỷ lệ mol CaO/Al ₂ O ₃ của canxi aluminat	Thời gian làm giảm độ lưu động (giây)	Thời gian kết cứng (phút)		Độ bền nén (N/mm ²)		Chú thích
			Bắt đầu	Kết thúc	1 ngày	28 ngày	
1-5	2,5	3	0,75	4	12,1	32,0	Ví dụ
6-1	1,9	10	2,0	7	13,5	33,0	Ví dụ
6-2	2,0	4	0,75	4	13,2	33,0	Ví dụ
6-3	2,6	2	0,75	4	12,6	31,5	Ví dụ
6-4	3,0	2	0,75	5	11,5	29,0	Ví dụ
6-5	3,1	6	5,0	30	8,2	27,5	Ví dụ

Từ các kết quả trong Bảng 7, khi tỷ lệ mol CaO/Al₂O₃ trong các canxi aluminat là 2,0 đến 3,0, thời gian làm giảm độ lưu động và thời gian kết cứng là ngắn và độ bền nén là tốt.

"Ví dụ thí nghiệm 7"

Bê tông (bê tông phun) của 360kg xi măng, 216kg nước, 1049kg chất kết tụ mịn và 716kg chất kết tụ thô (đá nghiền số 6 từ hệ thống sông Himekawa của tỉnh Niigata, tỷ trọng 2,67 g/cm³) được pha chế. Bê tông được bơm với tốc độ là 5 m³/giờ sử dụng bơm bê tông từ MAYCO Industries Inc. (Suprema), và theo cách, được trộn để trở thành dòng hợp nhất với không khí nén từ hệ thống tách biệt, và được vận chuyển bằng khí nén. Ngoài ra, tại điểm 3m trước khi phóng, chất kết cứng nhanh dạng bột được thể hiện trong Bảng 8 dưới đây được trộn để

trở thành dòng hợp nhất với bê tông được vận chuyển bằng khí nén sử dụng hệ thống vận chuyển từ Werner Mader Corporation (WM-14 FU) theo cách mà chất này có thể là 10 phần so với đến 100 phần của xi măng, nhờ đó pha chế vật liệu kết cứng nhanh, mà sau đó được phun lên trên tấm sắt thông qua đầu vòi. Độ bền ban đầu, độ bền lâu dài, tỷ lệ hồi phục, và tốc độ phục hồi vết nứt sau khi phun được thể hiện trong Bảng 8. Để nạp chất kết cứng nhanh vào hệ thống vận chuyển chất kết cứng nhanh, thiết bị từ Spiroflow Limited (FLEXIBLE SCREW CONVEYOR) được sử dụng, và tất cả các thiết bị được phối hợp với nhau dưới sự kiểm soát bằng các tín hiệu điện.

"Ví dụ so sánh"

Bê tông tương tự như trong ví dụ thí nghiệm 7 được trộn để trở thành dòng hợp nhất với chất kết cứng nhanh thông thường, DENKA NATMIC TYPE-5 (chất kết cứng nhanh số T-5) mà đã được vận chuyển bằng khí nén, theo cách mà chất này có thể là 10 phần (thử nghiệm số 7-15) so với 100 phần của xi măng để pha chế bê tông phun, mà được phun lên trên tấm sắt thông qua đầu vòi. Cũng tương tự, chất kết cứng nhanh số T-5 được trộn để trở thành dòng hợp nhất với bê tông mà đã được vận chuyển bằng khí nén theo cách mà chất này có thể là 7 phần (thử nghiệm số 7-16) so với 100 phần của xi măng để pha chế vật liệu kết cứng nhanh, mà được phun lên trên tấm sắt thông qua đầu vòi. Độ bền ban đầu, độ bền lâu dài, tỷ lệ hồi phục, và tốc độ phục hồi vết nứt sau khi phun được thể hiện trong Bảng 8.

"Các phương pháp thử nghiệm"

Độ bền ban đầu:

Được phun lên trên ván khuôn theo JSCE-G561, độ bền kéo ra của mẫu

tại thời gian tuổi vật liệu là 10 phút, 3 giờ và 1 ngày được chuyển đổi thành độ bền nén để xác định độ bền ban đầu của nó.

Độ bền lâu dài:

Được phun lên trên ván khuôn theo JSCE-F561, JIS A1107, lõi của mẫu được thu tại thời gian tuổi vật liệu là 7 ngày và 28 ngày, và độ bền nén của nó được đo.

Độ phục hồi:

Độ phục hồi trong việc phun trong 3 phút vào hầm được mô phỏng có bề mặt đào sâu cắt ngang là 15 m^2 được đo theo JSCE-F563, và tỷ lệ hồi phục từ bê tông phun được sử dụng được xác định theo biểu thức sau đây.

(Biểu thức)

Tỷ lệ phục hồi = Lượng bê tông phun được đổ (kg)/lượng bê tông phun được sử dụng để phun (kg) $\times 100$ (%)

Tỷ lệ hồi phục tốt hơn là 20% hoặc nhỏ hơn.

Tỷ lệ phục hồi vết nứt:

Bê tông phun được phun lên trên mỗi trong số hai ván khuôn $10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm} \times 40 \text{ cm}$ để pha chế các sản phẩm thử nghiệm. Ngay sau khi pha chế, hai sản phẩm thử nghiệm được cố định, như được tách biệt bởi khoảng trống là 0,1 mm ở giữa đó theo cách mà bề mặt 40 cm có thể song song với nhau, và được đóng rắn trong nước ở 20°C trong 6 tháng, và các sản phẩm thử nghiệm được quan sát bằng kính hiển vi để xác định tỷ lệ phục hồi cho khoảng trống có chiều rộng là 0,1 mm.

Tốc độ phục hồi vết nứt tốt hơn là 50% hoặc lớn hơn.

Bảng 8

Thử nghiệm số	Thử nghiệm số của chất kết cứng nhanh dạng bột	Độ phục hồi (%)	Độ bền ban đầu (N/mm ²)			Độ bền lâu dài (N/mm ²)		Tỷ lệ phục hồi vết nứt (%)	Chú thích
			10 phút	3 giờ	1 ngày	7 ngày	28 ngày		
7-1	1-5	15	1,4	2,1	9,7	26,5	34,0	100	Ví dụ
7-2	1-1	19	0,4	1,1	4,1	27,2	35,0	100	Ví dụ
7-3	1-8	60	0	0,3	5,3	17,5	24,0	90	Ví dụ so sánh
7-4	1-24	80	1,5	1,8	8,2	18,2	25,5	20	Ví dụ so sánh
7-5	2-1	20	1,2	2,0	4,1	18,6	23,0	30	Ví dụ
7-6	2-5	17	1,5	2,0	9,5	25,3	31,5	100	Ví dụ
7-7	2-6	41	1,0	1,7	5,2	14,5	23,5	100	Ví dụ
7-8	3-2	16	1,3	2,0	8,9	25,0	32,0	50	Ví dụ
7-9	4-4	35	0,7	1,2	6,5	21,1	26,5	60	Ví dụ
7-10	5-2	20	1,2	1,7	7,5	28,5	35,0	70	Ví dụ
7-11	5-3	35	0,4	1,2	7,2	25,1	33,0	70	Ví dụ
7-12	6-1	29	1,1	1,3	8,9	24,5	32,5	70	Ví dụ
7-13	6-4	28	1,3	2,0	9,2	28,0	35,0	70	Ví dụ
7-14	6-5	17	0,3	1,0	6,8	22,5	29,5	70	Ví dụ
7-15	T-5 10 pts	22	1,1	1,9	9,5	25,6	33,0	10	Ví dụ so sánh
7-16	T-5 7 pts	25	0,6	1,5	8,9	25,1	30,0	45	Ví dụ so sánh
7-17	1-30	20	1,3	1,8	7,3	21,7	29,0	80	Ví dụ

Như trong Bảng 8, các mẫu của các ví dụ có độ bền ban đầu, độ bền lâu dài và tốc độ phục hồi vết nứt tốt. Đối với các ví dụ so sánh, đã biết đến các chất kết cứng nhanh thông thường của thử nghiệm số 7-15 và thử nghiệm số 7-16, nhưng việc cải thiện tốc độ phục hồi vết nứt là kém. Tỷ lệ hồi phục thường là 20% hoặc lớn hơn, nhưng một số mẫu so sánh có tỷ lệ phục hồi cao hơn so với tỷ lệ chung. Mặt khác, có thể thấy rằng một số các chất kết cứng nhanh của các ví dụ của sáng chế có tỷ lệ phục hồi tốt hơn.

Thử nghiệm số 7-3 có tỷ lệ phục hồi vết nứt tốt, nhưng có thời gian kết

cứng cực kỳ lâu (xem Bảng 1) và do đó không thể làm chất kết cứng nhanh dạng bột của sáng chế.

"Ví dụ thí nghiệm 8"

Các chất kết cứng nhanh dạng bột được pha chế theo cách tương tự như trong ví dụ thí nghiệm 1 bằng cách phối trộn cacbonat kiềm A, canxi aluminat, canxi hydroxit α , phèn a và natri silicat theo thành phần được thể hiện trong Bảng 9 và Bảng 10, mặt khác, vữa bao gồm 800g xi măng 2000g chất kết tụ mịn, 400g nước được pha chế, và 80g chất kết cứng nhanh dạng bột được bổ sung vào vữa để pha chế vữa kết cứng nhanh (vật liệu kết cứng nhanh), và ngay sau khi pha chế, thời gian làm giảm độ lưu động, thời gian kết cứng và độ bền nén của vật liệu được đo. Các kết quả được thể hiện trong Bảng 9 và Bảng 10.

Các vật liệu được sử dụng và các phương pháp thử nghiệm được mô tả dưới đây.

"Các vật liệu được sử dụng"

Xi măng: được pha chế bằng cách trộn xi măng thông thường Portland và bột xỉ lò cao theo tỷ lệ khối lượng là 6/4, tỷ trọng 3,04 g/cm³

Chất kết cứng nhanh của thử nghiệm số 8-5 được bổ sung vào xi măng mà trong đó tỷ lệ phối trộn theo khối lượng của bột xỉ lò cao được thay đổi như trong Bảng 11, và vật liệu thu được được thử nghiệm theo cách tương tự như trên để đo thời gian làm giảm độ lưu động, thời gian kết cứng và độ bền nén. Các kết quả được thể hiện trong Bảng 11.

Bảng 9

Thử nghiệm số	Thành phần của chất kết cứng nhanh dạng bột (phần)					Thời gian làm giảm độ lưu động (giây)	Thời gian kết cứng (phút)		Độ bền nén (N/mm ²)		Chú thích
	Cacbonat kiềm A	Canxi aluminat	Canxi hydroxit α	Phèn a	Natri silicat		Bắt đầu	Kết thúc	1 ngày	28 ngày	
8-1	0	50	20	10	5	3	1	3	2,0	35,5	Ví dụ
8-2	1	50	20	10	5	4	1	4	5,3	36,0	Ví dụ
8-3	3	50	20	10	5	4	1,25	4	6,5	34,3	Ví dụ
8-4	5	50	20	10	5	4	1,25	3	8,2	34,1	Ví dụ
8-5	10	50	20	10	5	5	1,5	5	10,3	33,9	Ví dụ
8-6	20	50	20	10	5	5	1,5	6	11,1	33,7	Ví dụ
8-7	25	50	20	10	5	15	2	10	12,2	30,0	Ví dụ
8-8	10	0	20	10	5	10	40	200	5,0	27,5	Ví dụ so sánh
8-9	10	25	20	10	5	10	4	30	5,5	39,3	Ví dụ
8-10	10	30	20	10	5	10	3	20	8,3	37,8	Ví dụ
8-11	10	40	20	10	5	3	1,5	10	9,0	36,7	Ví dụ
8-5	10	50	20	10	5	5	1,5	5	10,3	33,9	Ví dụ
8-12	10	70	20	10	5	4	0,75	4	9,1	31,9	Ví dụ
8-13	10	75	20	10	5	2	0,75	3	5,8	30,8	Ví dụ
8-14	10	50	0	10	5	10	1,25	8	7,9	24,3	Ví dụ
8-15	10	50	5	10	5	3	1	5	8,8	30,8	Ví dụ
8-16	10	50	10	10	5	3	1,25	6	9,3	33,3	Ví dụ
8-5	10	50	20	10	5	5	1,5	5	10,3	33,9	Ví dụ
8-17	10	50	25	10	5	5	1,5	5	8,3	33,8	Ví dụ
8-18	10	50	35	10	5	5	1,5	5	6,2	33,6	Ví dụ

Bảng 10

Thử nghiệm số	Thành phần của chất kết cứng nhanh dạng bột (phần)					Thời gian làm giảm độ lưu động (giây)	Thời gian kết cứng (phút)		Độ bền nén (N/mm ²)		Chú thích
	Cacbonat kiềm A	Canxi aluminat	Canxi hydroxit α	Phèn a	Natri silicat		Bắt đầu	Kết thúc	1 ngày	28 ngày	
8-19	10	50	20	0	5	9	0,75	5	3,9	29,3	Ví dụ
8-20	10	50	20	0,5	5	6	1	4	8,3	31,0	Ví dụ
8-21	10	50	20	5	5	5	1,5	5	9,1	34,3	Ví dụ
8-5	10	50	20	10	5	5	1,5	5	10,3	33,9	Ví dụ
8-22	10	50	20	20	5	3	1,25	5	10,5	33,5	Ví dụ
8-23	10	50	20	25	5	3	1,5	6	10,3	33,8	Ví dụ
8-24	10	50	20	10	0	60	2	5	10,8	35,3	Ví dụ so sánh
8-25	10	50	20	10	0,5	30	1,75	20	10,1	34,9	Ví dụ
8-26	10	50	20	10	1	20	1,5	6	10,5	35,0	Ví dụ
8-5	10	50	20	10	5	5	1,5	5	10,3	33,9	Ví dụ
8-27	10	50	20	10	10	4	1,5	4	9,9	33,1	Ví dụ
8-28	10	50	20	10	20	3	0,75	5	8,5	32,2	Ví dụ
8-29	10	50	20	10	25	2	1	4	4,0	25,5	Ví dụ
8-30	-	80	-	-	20	7	1,25	9	6,3	31,2	Ví dụ

Bảng 11

Thử nghiệm số	Thành phần của chất kết cứng nhanh dạng bột (phần)		Thời gian làm giảm độ lưu động (giây)	Thời gian kết cứng (phút)		Độ bền nén (N/mm ²)		Chú thích
	Xi măng Portland thông thường	Bột xi lò cao		Bắt đầu	Kết thúc	1 ngày	28 ngày	
8-31	20	80	15	2	15	2,0	37,1	Ví dụ
8-32	40	60	9	1,75	9	5,4	36,4	Ví dụ
8-5	60	40	5	1,5	5	10,3	33,9	Ví dụ
8-33	80	20	5	1	3	11,7	32,5	Ví dụ

Như trong Bảng 9 và Bảng 10, các chất kết cứng nhanh dạng bột chứa cacbonat kiềm A, canxi aluminat, canxi hydroxit α và phèn a là hiệu quả để rút ngắn thời gian làm giảm độ lưu động, không làm trễ thời gian kết cứng và đảm bảo độ bền nén cao thậm chí cho xi măng được trộn với bột xi lò cao.

Như trong Bảng 11, khi tỷ lệ phối trộn theo khối lượng của bột xi lò cao

trong xi măng được thay đổi, các chất kết cứng nhanh vẫn có thời gian làm giảm độ lưu động, thời gian kết cứng và độ bền nén tốt.

<Các ví dụ của khía cạnh thứ hai của sáng chế>

"Ví dụ thí nghiệm 1"

Cacbonat kiềm A, canxi aluminat, canxi hydroxit, phèn a, natri silicat và sulfat kim loại kiềm (ii) được trộn theo thành phần phối trộn được thể hiện trong Bảng 1 và Bảng 2 để pha chế chất kết cứng nhanh dạng bột, mặt khác, vữa bao gồm 800g xi măng 2000g chất kết tụ mịn, 400g nước được pha chế, và 80g chất kết cứng nhanh dạng bột được bổ sung vào vữa để pha chế vữa kết cứng nhanh (vật liệu kết cứng nhanh), và ngay sau khi pha chế, thời gian làm giảm độ lưu động, thời gian kết cứng và độ bền nén của vật liệu được đo. Các kết quả được thể hiện trong Bảng 12 và Bảng 13.

Các vật liệu được sử dụng và các phương pháp thử nghiệm được mô tả dưới đây.

"Các vật liệu được sử dụng"

Xi măng: sản phẩm thương mại, xi măng Portland thông thường, tỷ trọng 3,15 g/cm³

Chất kết tụ mịn: cát sông từ hệ thống sông Himekawa của tỉnh Niigata, tỷ trọng 2,61 g/cm³

Nước: nước công nghiệp

Cacbonat kiềm A: sản phẩm thương mại, natri cacbonat, Blaine 1200 cm²/g

Canxi aluminat: các vật liệu thô được nghiền và được trộn để có tỷ lệ mol CaO/Al₂O₃ là 2,5, sau đó được nung chảy trong lò nung điện và được làm mát

nhanh. Mức độ thủy tinh hóa 90%, Blaine 5500 cm²/g

Canxi hydroxit: sản phẩm thương mại tương ứng với Slaked Lime số 2 được định nghĩa trong JIS R 9001

Phèn a: phèn kali 12-hydrat, sản phẩm thương mại, Blaine 600 cm²/g

Natri silicat: tỷ lệ mol SiO₂/Na₂O là 1,0, Blaine 600 cm²/g, sản phẩm thương mại, anhydrit

Sulfat kim loại kiềm (ii): natri sulfat, Blaine 500 cm²/g, sản phẩm thương mại, anhydrit

"Các phương pháp thử nghiệm"

Thời gian làm giảm độ lưu động:

Chất kết cứng nhanh dạng bột được bổ sung vào vữa được pha chế, sau đó được nhào với máy trộn vữa trong 10 giây ở chế độ tốc độ cao, và thời gian làm giảm độ lưu động của vữa được đo bằng cách chạm ngón tay.

Khi chạm ngón tay ngay sau khi bổ sung chất này, trạng thái mà ở đó ngón tay không thể thâm nhập vào trong mẫu được coi là trạng thái giảm độ lưu động.

Thời gian kết cứng:

Chất kết cứng nhanh dạng bột được bổ sung vào vữa được pha chế, sau đó được đóng gói nhanh trong ván khuôn dành riêng cho thử nghiệm giám sát, và thời gian bắt đầu sự kết cứng và thời gian kết thúc sự kết cứng sau khi bổ sung chất kết cứng nhanh dạng bột được đo (theo ASTM C403).

Độ bền nén:

Giống như phép đo thời gian kết cứng, độ bền nén (N/mm²) sau khi pha

chế vữa kết cứng nhanh được đo. Tuổi vật liệu là 3 giờ, 1 ngày và 28 ngày (theo JSCE D102).

Bảng 12

Thử nghiệm số	Thành phần của chất kết cứng nhanh dạng bột (phần)						Thời gian làm giảm độ lưu động (giây)	Thời gian kết cứng (phút)		Độ bền nén (N/mm ²)			Chú thích
	Cacbonat kiềm A	Canxi aluminat	Canxi hydroxit	Phèn a	Natri silicat	Sulfat kim loại kiềm (ii)		Bắt đầu	Kết thúc	3 giờ	1 ngày	28 ngày	
1-1	0	50	20	10	5	10	2	0,5	3	1,4	6,6	33,6	Ví dụ
1-2	1	50	20	10	5	10	2	0,75	3	1,6	6,9	32,5	Ví dụ
1-3	3	50	20	10	5	10	2	0,75	3	1,7	8,4	32,4	Ví dụ
1-4	5	50	20	10	5	10	2	0,75	4	1,9	11,2	32,1	Ví dụ
1-5	10	50	20	10	5	10	3	0,75	4	2,2	12,2	32,0	Ví dụ
1-6	20	50	20	10	5	10	3	1	5	2,4	13,3	32,0	Ví dụ
1-7	25	50	20	10	5	10	10	2	8	2,5	15,5	30,2	Ví dụ
1-8	10	0	20	10	5	10	6	32	240	0,4	7,1	24,3	Ví dụ so sánh
1-9	10	25	20	10	5	10	6	5	40	0,7	8,3	34,0	Ví dụ
1-10	10	30	20	10	5	10	5	3	15	1,2	10,6	34,0	Ví dụ
1-11	10	40	20	10	5	10	3	2	7	1,9	11,4	32,6	Ví dụ
1-5	10	50	20	10	5	10	3	0,75	4	2,2	12,2	32,0	Ví dụ
1-12	10	70	20	10	5	10	2	0,75	2	2,8	11,1	30,1	Ví dụ
1-13	10	75	20	10	5	10	1	0,5	1	3,3	8,0	27,9	Ví dụ
1-14	10	50	0	10	5	10	5	1	6	1,8	10,6	23,1	Ví dụ
1-15	10	50	5	10	5	10	3	1	4	1,9	12,1	29,7	Ví dụ
1-16	10	50	10	10	5	10	3	0,75	4	2,0	12,6	30,8	Ví dụ
1-5	10	50	20	10	5	10	3	0,75	4	2,2	12,2	32,0	Ví dụ
1-17	10	50	25	10	5	10	3	0,75	3	2,5	11,5	32,1	Ví dụ
1-18	10	50	35	10	5	10	3	0,5	3	3,1	9,4	31,5	Ví dụ

Bảng 13

Thử nghiệm số	Thành phần của chất kết cứng nhanh dạng bột (phần)						Thời gian làm giảm độ lưu động (giây)	Thời gian kết cứng (phút)		Độ bền nén (N/mm ²)			Chú thích
	Cacbonat kiềm A	Canxi aluminat	Canxi hydroxit	Phèn a	Natri silicat	Sulfat kim loại kiềm (ii)		Bắt đầu	Kết thúc	3 giờ	1 ngày	28 ngày	
1-19	10	50	20	0	5	10	8	0,5	3	1,5	6,1	26,0	Ví dụ
1-20	10	50	20	0,5	5	10	6	0,5	3	1,6	10,4	27,2	Ví dụ
1-21	10	50	20	5	5	10	4	0,75	3	1,9	11,2	30,2	Ví dụ
1-5	10	50	20	10	5	10	3	0,75	4	2,2	12,2	32,0	Ví dụ
1-22	10	50	20	20	5	10	3	0,75	4	2,6	12,9	32,0	Ví dụ
1-23	10	50	20	25	5	10	2	0,75	4	3,3	12,9	31,5	Ví dụ
1-24	10	50	20	10	0	10	50	1	4	0,9	12,6	33,0	Ví dụ so sánh
1-25	10	50	20	10	0,5	10	25	1	4	1,3	12,7	32,7	Ví dụ
1-26	10	50	20	10	1	10	15	0,75	4	1,8	12,3	32,5	Ví dụ
1-5	10	50	20	10	5	10	3	0,75	4	2,2	12,2	32,0	Ví dụ
1-27	10	50	20	10	10	10	3	0,75	3	2,4	11,1	30,6	Ví dụ
1-28	10	50	20	10	20	10	2	0,5	3	2,5	10,3	29,1	Ví dụ
1-29	10	50	20	10	25	10	1	0,5	3	2,5	6,7	22,4	Ví dụ
1-30	0	80	0	0	20	10	5	0,75	5	2,3	8,8	29,6	Ví dụ
1-31	10	50	20	10	5	0	3	0,75	4	0,9	12,1	32,0	Ví dụ tham khảo
1-32	0	50	20	10	5	0	2	0,5	3	0,5	3,3	33,5	Ví dụ tham khảo
1-33	10	0	20	10	5	0	5	30	180	0,3	7,5	24,0	Ví dụ so sánh
1-34	10	50	0	10	5	0	5	0,75	5	0,6	10,5	22,0	Ví dụ tham khảo
1-35	10	50	20	0	5	0	7	0,5	3	0,7	5,1	25,0	Ví dụ tham khảo
1-36	10	50	20	10	0	0	45	1	4	0,5	12,5	32,0	Ví dụ so sánh
1-37	0	80	0	0	20	0	5	0,75	7	1,0	7,7	29,0	Ví dụ tham khảo

Từ Bảng 12 và Bảng 13, có thể thấy rằng, bằng cách chứa canxi aluminat, natri silicat và sulfat kim loại kiềm, và tốt hơn là chứa thêm, bằng cách bổ sung vào đó, canxi hydroxit, phèn và cacbonat kiềm, thời gian làm giảm độ lưu động là ngắn, thời gian kết cứng không bị trễ và độ bền nén là tốt. Cụ thể, khi sulfat kim loại kiềm thô được chứa, độ bền thời gian ngắn còn được cải thiện. Có thể

thấy rằng hàm lượng của mỗi thành phần có mức độ phù hợp riêng.

"Ví dụ thí nghiệm 2"

Các thử nghiệm tương tự như trong ví dụ thí nghiệm 1 được thực hiện ngoại trừ việc các natri silicat có tỷ lệ mol $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ khác nhau được sử dụng như trong Bảng 14. Chất kết cứng nhanh dạng bột được pha chế để có thành phần như của thử nghiệm số 1-5.

80g chất kết cứng nhanh dạng bột được bổ sung vào vữa để pha chế vữa kết cứng nhanh, và ngay sau khi pha chế, thời gian làm giảm độ lưu động, thời gian kết cứng và độ bền nén của nó được đo. Các kết quả được thể hiện trong Bảng 14 dưới đây.

Bảng 14

Thử nghiệm số	Tỷ lệ mol $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ của natri silicat	Thời gian làm giảm độ lưu động (giây)	Thời gian kết cứng (phút)		Độ bền nén (N/mm^2)			Chú thích
			Bắt đầu	Kết thúc	3 giờ	1 ngày	28 ngày	
2-1	0,45	2	0,75	3	1,2	6,1	22,7	Ví dụ
2-2	0,5	2	0,75	3	1,6	11,2	31,5	Ví dụ
2-3	0,67	3	0,75	3	1,9	11,3	32,0	Ví dụ
2-4	0,9	3	0,75	4	2,1	12,2	32,0	Ví dụ
1-5	1,0	3	0,75	4	2,2	12,2	32,0	Ví dụ
2-5	1,3	4	0,75	4	2,0	12,1	32,0	Ví dụ
2-6	1,5	5	0,75	4	1,7	11,1	29,5	Ví dụ
2-7	2,0	10	2	7	1,2	7,0	23,3	Ví dụ

Từ Bảng 14, có thể thấy rằng, bằng cách chứa canxi aluminat và natri silicat, thời gian làm giảm độ lưu động là ngắn, thời gian kết cứng không bị trễ và độ bền nén là tốt. Đã biết thêm rằng tỷ lệ mol $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ của natri silicat có phạm vi số phù hợp để thể hiện các đặc tính tốt hơn.

"Ví dụ thí nghiệm 3"

Các thử nghiệm tương tự như trong ví dụ thí nghiệm 1 được thực hiện

ngoại trừ việc các loại khác nhau của natri silicat hydrat như được thể hiện trong Bảng 15 được sử dụng. Chất kết cứng nhanh dạng bột được pha chế để có thành phần như của thử nghiệm số 1-5.

80g chất kết cứng nhanh dạng bột được bổ sung vào vữa để pha chế vữa kết cứng nhanh, và ngay sau khi pha chế, thời gian làm giảm độ lưu động, thời gian kết cứng và độ bền nén của nó được đo. Các kết quả được thể hiện trong Bảng 15.

Bảng 15

Thử nghiệm số	Natri silicat Hydrat	Thời gian làm giảm độ lưu động (giây)	Thời gian kết cứng (phút)		Độ bền nén (N/mm ²)			Chú thích
			Bắt đầu	Kết thúc	3 giờ	1 ngày	28 ngày	
1-5	Anhydrit	4	0,75	4	2,2	12,3	32,0	Ví dụ
3-1	5-Hydrat	2	0,75	4	2,2	11,7	31,5	Ví dụ
3-2	9-Hydrat	1	0,75	4	2,0	10,7	30,8	Ví dụ

Từ Bảng 15, được coi là loại bất kỳ của natri silicat hydrat là hiệu quả cho chất kết cứng nhanh dạng bột.

"Ví dụ thí nghiệm 4"

(Ví dụ thí nghiệm 4-1)

Các thử nghiệm tương tự như trong ví dụ thí nghiệm 1 được thực hiện ngoại trừ việc sulfat kim loại kiềm (i) được sử dụng. Chất kết cứng nhanh dạng bột được pha chế để có thành phần như của thử nghiệm số 1-5. 80g chất kết cứng nhanh dạng bột được bổ sung vào vữa để pha chế vữa kết cứng nhanh, và ngay sau khi pha chế, thời gian làm giảm độ lưu động, thời gian kết cứng và độ bền nén của nó được đo. Các kết quả được thể hiện trong Bảng 16-1.

"Các vật liệu được sử dụng"

Sulfat kim loại kiềm (i): lithi sulfat, sản phẩm thương mại, Blaine 500 cm²/g

Bảng 16-1

Thử nghiệm số	Sulfat kim loại kiềm	Thời gian làm giảm độ lưu động (giây)	Thời gian kết cứng (phút)		Độ bền nén (N/mm ²)			Chú thích
			Bắt đầu	Kết thúc	3 giờ	1 ngày	28 ngày	
4-1	(i)	3	0,75	3	2,5	12,5	32,5	Ví dụ
1-5	(ii)	4	0,75	4	2,2	12,3	32,0	Ví dụ

Như trong Bảng 16-1, thời gian làm giảm độ lưu động là ngắn, thời gian kết cứng không bị trễ và độ bền nén là tốt thậm chí khi sử dụng lithi sulfat.

(Ví dụ thí nghiệm 4-2)

Các thử nghiệm tương tự như trong ví dụ thí nghiệm 1 được thực hiện ngoại trừ việc tỷ lệ phối trộn của sulfat kim loại kiềm (ii) được thay đổi như trong Bảng 5-2 dưới đây. Ngoại trừ tỷ lệ phối trộn của sulfat kim loại kiềm (ii) trong đó, chất kết cứng nhanh dạng bột được pha chế để có thành phần như của thử nghiệm số 1-5. Các kết quả được thể hiện trong Bảng 16-2.

Bảng 16-2

Thử nghiệm số	Tỷ lệ phối trộn của sulfat kim loại kiềm (phần)	Thời gian làm giảm độ lưu động (giây)	Thời gian kết cứng (phút)		Độ bền nén (N/mm ²)			Chú thích
			Bắt đầu	Kết thúc	3 giờ	1 ngày	28 ngày	
5-1	3	3	0,75	4	3,5	9,5	34,0	Ví dụ
5-2	5	3	0,75	4	3,5	11,8	33,3	Ví dụ
5-3	15	3	0,75	4	2,6	13,1	31,5	Ví dụ
5-4	25	3	0,75	4	2,0	14,5	30,6	Ví dụ
5-5	30	4	0,75	6	1,7	15,1	28,1	Ví dụ
1-5	10	3	0,75	4	2,2	12,2	32,0	Ví dụ

Như trong Bảng 16-2, được xác nhận rằng thời gian làm giảm độ lưu động và thời gian kết cứng không thay đổi khi lượng phối trộn của sulfat kim loại kiềm là từ 3 đến 25 phần, và tuổi vật liệu là 1 ngày được đảm bảo ổn định.

"Ví dụ thí nghiệm 5"

Các thử nghiệm tương tự như trong ví dụ thí nghiệm 1 được thực hiện ngoại trừ việc các loại khác nhau của phèn như được thể hiện trong Bảng 17 được sử dụng. Chất kết cứng nhanh dạng bột được pha chế để có thành phần như của thử nghiệm số 1-5.

80g chất kết cứng nhanh dạng bột được bổ sung vào vữa để pha chế vữa kết cứng nhanh, và ngay sau khi pha chế, thời gian làm giảm độ lưu động, thời gian kết cứng và độ bền nén của nó được đo. Các kết quả được thể hiện trong Bảng 17.

"Các vật liệu được sử dụng"

Phèn a: phèn kali 12-hydrat, sản phẩm thương mại, Blaine 600 cm²/g

Phèn b: natri nhôm sulfat 12-hydrat, sản phẩm thương mại, Blaine 700 cm²/g

Phèn c: phèn amoni 12-hydrat, sản phẩm thương mại, Blaine 600 cm²/g

Phèn d: phèn sắt 12-hydrat, sản phẩm thương mại, Blaine 600 cm²/g

Phèn e: phèn crom 12-hydrat, sản phẩm thương mại, Blaine 600 cm²/g

Phèn f: phèn kali anhydrit, sản phẩm thương mại, Blaine 600 cm²/g

Phèn g: phèn amoni anhydrit, sản phẩm thương mại, Blaine 700 cm²/g

Phèn h: phèn sắt mono-hydrat, sản phẩm thương mại, Blaine 600 cm²/g

Phèn i: phèn sắt anhydrit, sản phẩm thương mại, Blaine 700 cm²/g

Bảng 17

Thử nghiệm số	Loại phèn	Thời gian làm giảm độ lưu động (giây)	Thời gian kết cứng (phút)		Độ bền nén (N/mm ²)			Chú thích
			Bắt đầu	Kết thúc	3 giờ	1 ngày	28 ngày	
1-5	a	4	0,75	4	2,2	12,3	32,0	Ví dụ
5-1	b	4	0,75	5	2,0	11,3	31,3	Ví dụ
5-2	c	3	0,75	4	1,7	8,8	30,1	Ví dụ
5-3	d	5	1	5	1,7	9,9	27,4	Ví dụ
5-4	e	20	3	10	1,6	7,0	25,2	Ví dụ
5-5	f	3	0,75	3	2,3	13,1	33,3	Ví dụ
5-6	g	3	0,75	3	1,9	9,9	26,6	Ví dụ
5-7	h	3	0,75	4	1,8	9,2	28,1	Ví dụ
5-8	i	3	0,75	4	1,7	10,1	29,1	Ví dụ

Như trong Bảng 17, thời gian làm giảm độ lưu động là ngắn, thời gian kết cứng không bị trễ và độ bền nén là tốt không phân biệt loại phèn. Ngoài ra, có thể thấy rằng một số loại phèn là hiệu quả để thể hiện các đặc tính tốt hơn.

"Ví dụ thí nghiệm 6"

Các thử nghiệm tương tự như trong ví dụ thí nghiệm 1 được thực hiện ngoại trừ việc các loại khác nhau của cacbonat kiềm như được thể hiện trong Bảng 18 được sử dụng. Chất kết cứng nhanh dạng bột được pha chế để có thành phần như của thử nghiệm số 1-5.

80g chất kết cứng nhanh dạng bột được bổ sung vào vữa để pha chế vữa kết cứng nhanh, và ngay sau khi pha chế, thời gian làm giảm độ lưu động, thời gian kết cứng và độ bền nén của nó được đo. Các kết quả được thể hiện trong Bảng 7.

"Các vật liệu được sử dụng"

Cacbonat kiềm A: sản phẩm thương mại, natri cacbonat, Blaine 1200 cm²/g

Cacbonat kiềm B sản phẩm thương mại, natri sesqui-cacbonat, Blaine 1400

cm²/g

Cacbonat kiềm C sản phẩm thương mại, natri bicacbonat, Blaine 800 cm²/g

Cacbonat kiềm D: sản phẩm thương mại, lithi cacbonat, Blaine 1000 cm²/g

Cacbonat kiềm E: sản phẩm thương mại, kali cacbonat, Blaine 1200 cm²/g

Bảng 18

Thử nghiệm số	Loại cacbonat kiềm	Thời gian làm giảm độ lưu động (giây)	Thời gian kết cứng (phút)		Độ bền nén (N/mm ²)			Chú thích
			Bắt đầu	Kết thúc	3 giờ	1 ngày	28 ngày	
1-5	A	4	0,75	4	2,2	12,3	32,0	Ví dụ
6-1	B	4	0,75	5	2,0	11,8	33,1	Ví dụ
6-2	C	5	0,75	7	1,8	9,1	34,3	Ví dụ
6-3	D	20	1	20	1,5	6,6	29,9	Ví dụ
6-4	E	5	0,75	8	2,0	11,7	32,2	Ví dụ

Như trong Bảng 18, thời gian làm giảm độ lưu động là ngắn, thời gian kết cứng không bị trễ và độ bền nén là tốt không phân biệt loại cacbonat kiềm. Ngoài ra, có thể thấy rằng một số loại cacbonat kiềm là hiệu quả để thể hiện các đặc tính tốt hơn.

"Ví dụ thí nghiệm 7"

Các thử nghiệm tương tự như trong ví dụ thí nghiệm 1 được thực hiện ngoại trừ việc các canxi aluminat có tỷ lệ mol CaO/Al₂O₃ khác nhau như trong Bảng 19 được sử dụng. Chất kết cứng nhanh dạng bột được pha chế để có thành phần như của thử nghiệm số 1-5. Các canxi aluminat được pha chế để có Blaine là 5500 ± 200 cm²/g.

80g chất kết cứng nhanh dạng bột được bổ sung vào vữa để pha chế vữa kết cứng nhanh, và ngay sau khi pha chế, thời gian làm giảm độ lưu động, thời gian kết cứng và độ bền nén của nó được đo. Các kết quả được thể hiện trong

Bảng 19.

Bảng 19

Thử nghiệm số	Tỷ lệ mol CaO/Al ₂ O ₃ của canxi aluminat	Thời gian làm giảm độ lưu động (giây)	Thời gian kết cứng (phút)		Độ bền nén (N/mm ²)			Chú thích
			Bắt đầu	Kết thúc	3 giờ	1 ngày	28 ngày	
1-5	2,5	4	0,75	4	2,2	12,3	32,0	Ví dụ
7-1	1,9	9	2,0	7	2,3	13,7	33,1	Ví dụ
7-2	2,0	3	0,75	5	2,2	13,0	33,2	Ví dụ
7-3	2,6	2	0,75	4	2,1	12,2	31,8	Ví dụ
7-4	3,0	2	0,75	5	2,0	12,0	29,2	Ví dụ
7-5	3,1	5	5,0	25	1,6	8,5	27,6	Ví dụ

Từ các kết quả trong Bảng 19, có thể thấy rằng, khi tỷ lệ mol CaO/Al₂O₃ trong các canxi aluminat là từ 2,0 đến 3,0, thời gian làm giảm độ lưu động và thời gian kết cứng là ngắn và độ bền nén là tốt.

"Ví dụ thí nghiệm 8"

Bê tông của 360kg xi măng, 216kg nước, 1049kg chất kết tụ mịn và 716kg chất kết tụ thô (đá nghiền số 6 từ hệ thống sông Himekawa của tỉnh Niigata, tỷ trọng 2,67 g/cm³) được pha chế. Bê tông được bơm với tốc độ là 10 m³/giờ sử dụng bơm bê tông MKW-25SMT từ SHINTEC Co., Ltd., và theo cách, được trộn để trở thành dòng hợp nhất với không khí nén từ hệ thống tách biệt, và được vận chuyển bằng khí nén. Ngoài ra, tại điểm 3m trước khi phóng, chất kết cứng nhanh dạng bột được thể hiện trong Bảng 20 dưới đây được trộn để trở thành dòng hợp nhất với bê tông được vận chuyển bằng khí nén sử dụng hệ thống vận chuyển DENKA NATMCREAT theo cách mà chất này có thể là 10 phần so với 100 phần của xi măng, nhờ đó pha chế bê tông phun, mà sau đó được phun lên trên tấm sắt thông qua đầu vòi. Độ bền ban đầu, độ bền lâu dài, tỷ lệ hồi phục, và tốc độ phục hồi vết nứt sau khi phun được thể hiện trong Bảng

20.

Bê tông tương tự như trong ví dụ thí nghiệm 8 được trộn để trở thành dòng hợp nhất với chất kết cứng nhanh thông thường, DENKA NATMIC TYPE-5 (chất kết cứng nhanh số T-5 chứa canxi aluminat làm thành phần chính và không chứa silicat kim loại kiềm và sulfat kim loại kiềm) mà đã được vận chuyển bằng khí nén, theo cách mà chất này có thể là 10 phần (thử nghiệm số 8-15) so với 100 phần của xi măng để pha chế bê tông phun, mà được phun lên trên tấm sắt thông qua đầu vòi. Cũng tương tự, chất kết cứng nhanh số T-5 được trộn để trở thành dòng hợp nhất với bê tông mà đã được vận chuyển bằng khí nén theo cách mà chất này có thể là 7 phần (thử nghiệm số 8-16) so với 100 phần của xi măng để pha chế bê tông phun, mà được phun lên trên tấm sắt thông qua đầu vòi. Độ bền ban đầu, độ bền lâu dài, tỷ lệ hồi phục, và tốc độ phục hồi vết nứt sau khi phun được thể hiện trong Bảng 20.

"Các phương pháp thử nghiệm"

Độ bền ban đầu:

Được phun lên trên ván khuôn theo JSCE-G561, độ bền kéo ra của mẫu tại thời gian tuổi vật liệu là 10 phút, 3 giờ và 1 ngày được chuyển đổi thành độ bền nén để xác định độ bền ban đầu của nó.

Độ bền lâu dài:

Được phun lên trên ván khuôn theo JSCE-F561, JIS A1107, lõi của mẫu được thu tại thời gian tuổi vật liệu là 7 ngày và 28 ngày, và độ bền nén của nó được đo.

Độ phục hồi:

Độ phục hồi khi phun trong 3 phút vào hầm được mô phỏng có bề mặt đào sâu cắt ngang là 15 m^2 được đo theo JSCE-F563, và tỷ lệ hồi phục từ bê tông phun được sử dụng được xác định theo biểu thức sau đây.

(Biểu thức)

Tỷ lệ phục hồi = Lượng bê tông phun được đổ (kg)/lượng bê tông phun được sử dụng để phun (kg) $\times 100$ (%)

Tỷ lệ hồi phục tốt hơn là 20% hoặc nhỏ hơn.

Tỷ lệ phục hồi vết nứt:

Bê tông phun được phun lên trên mỗi trong số hai ván khuôn $10 \text{ cm} \times 10 \text{ cm} \times 40 \text{ cm}$ để pha chế các sản phẩm thử nghiệm. Ngay sau khi pha chế, hai sản phẩm thử nghiệm được cố định, như được tách biệt bởi khoảng trống là 0,1 mm ở giữa đó theo cách mà bề mặt 40 cm có thể song song với nhau, và được đóng rắn trong nước ở 20°C trong 6 tháng, và các sản phẩm thử nghiệm được quan sát bằng kính hiển vi để xác định tỷ lệ phục hồi cho khoảng trống có chiều rộng là 0,1 mm.

Tốc độ phục hồi vết nứt tốt hơn là 50% hoặc lớn hơn.

Bảng 20

Thử nghiệm số	Thử nghiệm số của chất kết cứng nhanh dạng bột	Độ phục hồi (%)	Độ bền ban đầu (N/mm ²)			Độ bền lâu dài (N/mm ²)		Tỷ lệ phục hồi vết nứt (%)	Chú thích
			10 min	3 giờ	1 ngày	7 ngày	28 ngày		
8-1	1-5	15	1,8	3,0	9,5	26,6	34,2	100	Ví dụ
8-2	1-1	19	0,7	2,2	6,1	27,5	35,3	100	Ví dụ
8-3	1-33	65	0	0,5	5,9	19,5	25,0	80	Ví dụ so sánh
8-4	1-36	80	0,4	1,7	8,1	23,2	32,9	30	Ví dụ so sánh
8-5	2-1	23	0,4	1,8	7,1	18,5	23,3	50	Ví dụ
8-6	2-5	16	1,0	2,8	13,1	25,7	33,5	100	Ví dụ
8-7	2-6	35	0,8	2,5	11,9	20,5	30,5	100	Ví dụ
8-8	3-2	17	0,7	2,4	11,1	20,0	31,0	50	Ví dụ
8-9	5-4	30	0,5	2,0	8,5	18,1	27,5	50	Ví dụ
8-10	6-2	20	0,6	2,2	10,5	27,5	34,0	60	Ví dụ
8-11	6-3	30	0,4	1,7	8,2	24,2	30,0	60	Ví dụ
8-12	7-1	28	1,2	2,9	14,1	24,5	32,5	70	Ví dụ
8-13	7-4	25	1,0	2,7	13,2	25,1	33,3	70	Ví dụ
8-14	7-5	19	0,4	1,9	9,9	22,3	29,4	70	Ví dụ
8-15	T-5 10 pts	22	1,1	1,9	9,5	25,6	33,0	10	Ví dụ so sánh
8-16	T-5 7 pts	25	0,6	1,5	8,9	25,1	30,0	45	Ví dụ so sánh
8-17	1-30	21	1,3	2,7	9,3	22,7	30,3	70	Ví dụ

Như trong Bảng 20, các mẫu của các ví dụ có độ bền ban đầu, độ bền lâu dài và tốc độ phục hồi vết nứt tốt. Đối với các ví dụ so sánh, đã biết đến các chất kết cứng nhanh thông thường của thử nghiệm số 8-15 và thử nghiệm số 8-16, nhưng việc cải thiện tốc độ phục hồi vết nứt là kém. Tỷ lệ hồi phục thường là 20% hoặc lớn hơn, nhưng một số mẫu so sánh có tỷ lệ phục hồi cao hơn so với tỷ lệ thông thường. Mặt khác, có thể thấy rằng một số các chất kết cứng nhanh của các ví dụ của sáng chế có tỷ lệ phục hồi tốt hơn.

Thử nghiệm số 8-3 có tỷ lệ phục hồi vết nứt tốt, nhưng có thời gian kết cứng cực kỳ lâu (xem Bảng 12) và do đó không thể làm chất kết cứng nhanh dạng bột của sáng chế.

<Các ví dụ của khía cạnh thứ ba của sáng chế>

"Ví dụ thí nghiệm 1"

Cacbonat kiềm A, canxi aluminat, canxi hydroxit, phèn a, natri silicat và sulfat kim loại kiềm thổ (ii) được trộn theo thành phần phối trộn được thể hiện trong Bảng 1 và Bảng 2 để pha chế chất kết cứng nhanh dạng bột, mặt khác, vữa bao gồm 800g xi măng 2000g chất kết tụ mịn, 400g nước được pha chế, và 80g chất kết cứng nhanh dạng bột được bổ sung vào vữa để pha chế vữa kết cứng nhanh (vật liệu kết cứng nhanh), và ngay sau khi pha chế, thời gian làm giảm độ lưu động, thời gian kết cứng và độ bền nén của vật liệu được đo. Các kết quả được thể hiện trong Bảng 21 và Bảng 22.

Các vật liệu được sử dụng và các phương pháp thử nghiệm được mô tả dưới đây.

"Các vật liệu được sử dụng"

Xi măng: sản phẩm thương mại, xi măng Portland thông thường, tỷ trọng 3,15 g/cm³

Chất kết tụ mịn: cát sông từ hệ thống sông Himekawa của tỉnh Niigata, tỷ trọng 2,61 g/cm³

Nước: nước công nghiệp

Cacbonat kiềm A: sản phẩm thương mại, natri cacbonat, Blaine 1200 cm²/g

Canxi aluminat: Các vật liệu thô được nghiền và được trộn để có tỷ lệ mol CaO/Al₂O₃ là 2,5, sau đó được nung chảy trong lò nung điện và được làm mát nhanh. Mức độ thủy tinh hóa 90%, Blaine 5500 cm²/g

Canxi hydroxit: sản phẩm thương mại tương ứng với Slaked Lime số 2 được

định nghĩa trong JIS R 9001

Phèn a: phèn kali 12-hydrat, sản phẩm thương mại, Blaine 600 cm²/g

Natri silicat: tỷ lệ mol SiO₂/Na₂O là 1,0, Blaine 600 cm²/g, sản phẩm thương mại, anhydrit

Sulfat kim loại kiềm thổ (i): anhydrit tự nhiên, Blaine 4500 cm²/g, sản phẩm nghiền

"Phương pháp thử nghiệm"

Thời gian làm giảm độ lưu động:

Chất kết cứng nhanh dạng bột được bổ sung vào vữa được pha chế, sau đó được nhào với máy trộn vữa trong 10 giây ở chế độ tốc độ cao, và thời gian làm giảm độ lưu động của vữa được đo bằng cách chạm ngón tay.

Khi chạm ngón tay, trạng thái mà ở đó ngón tay không thể thâm nhập vào trong mẫu như so với mẫu mới ngay sau khi nhào với chất kết cứng nhanh được coi là trạng thái giảm độ lưu động.

Thời gian kết cứng:

Chất kết cứng nhanh dạng bột được bổ sung vào vữa được pha chế, sau đó được đóng gói nhanh trong ván khuôn dành riêng cho thử nghiệm giám sát, và thời gian bắt đầu sự kết cứng và thời gian kết thúc sự kết cứng sau khi bổ sung chất kết cứng nhanh dạng bột được đo (theo ASTM C403).

Độ bền nén:

Giống như phép đo thời gian kết cứng, độ bền nén (N/mm²) sau khi pha chế vữa kết cứng nhanh được đo. Tuổi vật liệu là 3 giờ, 1 ngày và 28 ngày (theo JSCE D102).

Trong các ví dụ thử nghiệm 1 đến 8, nhiệt độ thử nghiệm là 25°C, và trong ví dụ thí nghiệm 9, nhiệt độ thử nghiệm là 35°C.

Bảng 21

Thử nghiệm số	Thành phần của chất kết cứng nhanh dạng bột (phần)						Thời gian làm giảm độ lưu động (giây)	Thời gian kết cứng (phút)		Độ bền nén (N/mm ²)			Chú thích
	Cacbonat kiềm A	Canxi aluminat	Canxi hydroxit α	Phèn a	Natri silicat	Sulfat kim loại kiềm thổ (i)		Bắt đầu	Kết thúc	3 giờ	1 ngày	28 ngày	
1-1	0	50	20	10	5	40	2	0,5	4	2,4	8,7	36,6	Ví dụ
1-2	1	50	20	10	5	40	3	0,75	3	2,6	9,2	35,5	Ví dụ
1-3	3	50	20	10	5	40	3	0,75	3	2,7	10,4	35,4	Ví dụ
1-4	5	50	20	10	5	40	3	0,75	3	2,9	13,2	35,1	Ví dụ
1-5	10	50	20	10	5	40	3	0,75	4	3,4	14,2	35,7	Ví dụ
1-6	20	50	20	10	5	40	3	1	5	3,6	15,2	35,5	Ví dụ
1-7	25	50	20	10	5	40	10	2	8	3,5	16,5	34,1	Ví dụ
1-8	10	0	20	10	5	40	6	40	260	0,4	7,2	26,3	Ví dụ so sánh
1-9	10	25	20	10	5	40	5	6	50	1,9	12,1	34,9	Ví dụ
1-10	10	30	20	10	5	40	5	3	20	2,3	13,2	35,0	Ví dụ
1-11	10	40	20	10	5	40	4	2	8	3,0	14,3	36,7	Ví dụ
1-5	10	50	20	10	5	40	3	0,75	4	3,4	14,2	35,7	Ví dụ
1-12	10	70	20	10	5	40	1	0,75	2	3,8	16,4	36,8	Ví dụ
1-13	10	75	20	10	5	40	1	0,5	1	3,8	10,8	30,8	Ví dụ
1-14	10	50	0	10	5	40	6	2	7	3,3	13,6	29,1	Ví dụ
1-15	10	50	5	10	5	40	3	1	5	3,4	15,1	33,2	Ví dụ
1-16	10	50	10	10	5	40	3	0,75	4	3,6	15,8	34,7	Ví dụ
1-5	10	50	20	10	5	40	3	0,75	4	3,4	14,2	35,7	Ví dụ
1-17	10	50	25	10	5	40	3	0,75	3	4,0	16,1	35,1	Ví dụ
1-18	10	50	35	10	5	40	3	0,5	3	4,3	12,1	34,4	Ví dụ

Bảng 22

Thử nghiệm số	Thành phần của chất kết cứng nhanh dạng bột (phần)						Thời gian làm giảm độ lưu động (giây)	Thời gian kết cứng (phút)		Độ bền nén (N/mm ²)			Chú thích
	Cacbonat kiềm A	Canxi aluminat	Canxi hydroxit α	Phèn a	Natri silicat	Sulfat kim loại kiềm thổ (i)		Bắt đầu	Kết thúc	3 giờ	1 ngày	28 ngày	
1-19	10	50	20	0	5	40	7	0,5	3	2,8	8,4	30,0	Ví dụ
1-20	10	50	20	0,5	5	40	5	0,5	3	3,0	12,4	31,2	Ví dụ
1-21	10	50	20	5	5	40	4	0,75	3	3,2	13,2	33,2	Ví dụ
1-5	10	50	20	10	5	40	3	0,75	4	3,4	14,2	35,7	Ví dụ
1-22	10	50	20	20	5	40	3	0,75	4	4,3	14,9	36,7	Ví dụ
1-23	10	50	20	25	5	40	2	0,75	4	4,2	14,8	35,5	Ví dụ
1-24	10	50	20	10	0	40	60	2	5	0,9	13,6	33,9	Ví dụ so sánh
1-25	10	50	20	10	0,5	40	35	2	5	1,5	14,7	34,7	Ví dụ
1-26	10	50	20	10	1	40	20	1	4	2,8	15,3	35,5	Ví dụ
1-5	10	50	20	10	5	40	3	0,75	4	3,4	14,2	35,7	Ví dụ
1-27	10	50	20	10	10	40	3	0,75	3	4,0	15,7	35,8	Ví dụ
1-28	10	50	20	10	20	40	2	0,5	3	4,1	14,2	32,1	Ví dụ
1-29	10	50	20	10	25	40	1	0,5	2	3,5	10,1	28,4	Ví dụ
1-30	0	80	0	0	20	40	6	0,75	9	4,1	11,4	33,1	Ví dụ
1-31	10	50	20	10	5	0	3	0,75	4	0,9	12,1	32,0	Ví dụ tham khảo
1-32	0	50	20	10	5	0	2	0,5	3	0,5	3,3	33,5	Ví dụ tham khảo
1-33	10	0	20	10	5	0	5	30	180	0,3	7,5	24,0	Ví dụ so sánh
1-34	10	50	0	10	5	0	5	0,75	5	0,6	10,5	22,0	Ví dụ tham khảo
1-35	10	50	20	0	5	0	7	0,5	3	0,7	5,1	25,0	Ví dụ tham khảo
1-36	10	50	20	10	0	0	45	1	4	0,5	12,5	32,0	Ví dụ so sánh
1-37	0	80	0	0	20	0	5	0,75	7	1,0	7,7	29,0	Ví dụ tham khảo

Từ Bảng 21 và Bảng 22, có thể thấy rằng, bằng cách chứa canxi aluminat, natri silicat và sulfat kim loại kiềm thổ, và tốt hơn là chứa thêm, bằng cách bổ sung vào đó, canxi hydroxit, phèn và cacbonat kiềm, thời gian làm giảm độ lưu động là ngắn, thời gian kết cứng không bị trễ và độ bền nén là tốt. Cụ thể, khi

sulfat kim loại kiềm thổ được chứa, độ bền nén thời gian dài và thời gian ngắn còn được cải thiện. Có thể thấy rằng hàm lượng của mỗi thành phần có mức độ phù hợp riêng.

"Ví dụ thí nghiệm 2"

Các thử nghiệm tương tự như trong ví dụ thí nghiệm 1 được thực hiện ngoại trừ việc các natri silicat có tỷ lệ mol $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ khác nhau được sử dụng như trong Bảng 23. Chất kết cứng nhanh dạng bột được pha chế để có thành phần như của thử nghiệm số 1-5.

80g chất kết cứng nhanh dạng bột được bổ sung vào vữa để pha chế vữa kết cứng nhanh, và ngay sau khi pha chế, thời gian làm giảm độ lưu động, thời gian kết cứng và độ bền nén của nó được đo. Các kết quả được thể hiện trong Bảng 23 dưới đây.

Bảng 23

Thử nghiệm số	Tỷ lệ mol $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ của natri silicat	Thời gian làm giảm độ lưu động (giây)	Thời gian kết cứng (phút)		Độ bền nén (N/mm^2)			Chú thích
			Bắt đầu	Kết thúc	3 giờ	1 ngày	28 ngày	
2-1	0,45	2	0,75	3	3,1	8,2	28,1	Ví dụ
2-2	0,5	3	0,75	3	3,4	13,8	35,3	Ví dụ
2-3	0,67	4	0,75	3	3,6	14,0	36,1	Ví dụ
2-4	0,9	5	0,75	3	3,9	15,9	37,1	Ví dụ
1-5	1,0	3	0,75	4	3,4	14,2	35,7	Ví dụ
2-5	1,3	5	0,75	4	3,5	14,4	34,5	Ví dụ
2-6	1,5	5	0,75	5	3,3	13,6	32,2	Ví dụ
2-7	2,0	10	2	6	3,0	9,0	27,9	Ví dụ

Từ Bảng 23, có thể thấy rằng, bằng cách chứa canxi aluminat, natri silicat và sulfat kim loại kiềm thổ, thời gian làm giảm độ lưu động là ngắn, thời gian kết cứng không bị trễ và độ bền nén là tốt. Đã biết thêm rằng tỷ lệ mol

$\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ của natri silicat có phạm vi số phù hợp để thể hiện các đặc tính tốt hơn.

"Ví dụ thí nghiệm 3"

Các thử nghiệm tương tự như trong ví dụ thí nghiệm 1 được thực hiện ngoại trừ việc các loại khác nhau của natri silicat hydrat như được thể hiện trong Bảng 24 được sử dụng. Chất kết cứng nhanh dạng bột được pha chế để có thành phần như của thử nghiệm số 1-5.

80g chất kết cứng nhanh dạng bột được bổ sung vào vữa để pha chế vữa kết cứng nhanh, và ngay sau khi pha chế, thời gian làm giảm độ lưu động, thời gian kết cứng và độ bền nén của nó được đo. Các kết quả được thể hiện trong Bảng 24.

Bảng 24

Thử nghiệm số	Natri silicat Hydrat	Thời gian làm giảm độ lưu động (giây)	Thời gian kết cứng (phút)		Độ bền nén (N/mm^2)			Chú thích
			Bắt đầu	Kết thúc	3 giờ	1 ngày	28 ngày	
1-5	Anhydrit	3	0,75	4	3,4	14,2	35,7	Ví dụ
3-1	5-Hydrat	4	0,75	4	3,6	15,5	35,5	Ví dụ
3-2	9-Hydrat	2	0,75	4	3,3	13,2	33,5	Ví dụ

Từ Bảng 24, được coi là loại bất kỳ của natri silicat hydrat là hiệu quả cho chất kết cứng nhanh dạng bột.

"Ví dụ thí nghiệm 4"

(Ví dụ thí nghiệm 4-1)

Các thử nghiệm tương tự như trong ví dụ thí nghiệm 1 được thực hiện ngoại trừ việc sulfat kim loại kiềm thổ (ii) được sử dụng. Chất kết cứng nhanh dạng bột được pha chế để có thành phần như của thử nghiệm số 1-5.

80g chất kết cứng nhanh dạng bột được bổ sung vào vữa để pha chế vữa kết cứng nhanh, và ngay sau khi pha chế, thời gian làm giảm độ lưu động, thời gian kết cứng và độ bền nén của nó được đo. Các kết quả được thể hiện trong Bảng 25-1.

"Các vật liệu được sử dụng"

Sulfat kim loại kiềm thổ (ii): magie sulfat, sản phẩm thương mại, Blaine 1500 cm^2/g

Bảng 25-1

Thử nghiệm số	Sulfat kim loại kiềm thổ	Thời gian làm giảm độ lưu động (giây)	Thời gian kết cứng (phút)		Độ bền nén (N/mm^2)			Chú thích
			Bắt đầu	Kết thúc	3 giờ	1 ngày	28 ngày	
4-1	(ii)	6	0,75	5	3,9	16,8	36,5	Ví dụ
1-5	(i)	3	0,75	4	3,4	14,2	35,7	Ví dụ

Như trong Bảng 25-1, thời gian làm giảm độ lưu động là ngắn, thời gian kết cứng không bị trễ và độ bền nén là tốt thậm chí khi sử dụng magie sulfat.

(Ví dụ thí nghiệm 4-2)

Các thử nghiệm tương tự như trong ví dụ thí nghiệm 1 được thực hiện ngoại trừ việc tỷ lệ phối trộn của sulfat kim loại kiềm thổ (i) được thay đổi như trong Bảng 25-2 dưới đây. Ngoại trừ tỷ lệ phối trộn của sulfat kim loại kiềm thổ (i) trong đó, chất kết cứng nhanh dạng bột được pha chế để có thành phần như của thử nghiệm số 1-5. Các kết quả được thể hiện trong Bảng 25-2.

Bảng 25-2

Thử nghiệm số	Tỷ lệ phối trộn của sulfat kim loại kiềm thổ (phần)	Thời gian làm giảm độ lưu động (giây)	Thời gian kết cứng (phút)		Độ bền nén (N/mm ²)			Chú thích
			Bắt đầu	Kết thúc	3 giờ	1 ngày	28 ngày	
5-1	15	1	0,75	3	4,1	13,6	30,2	Ví dụ
5-2	20	3	0,75	3	4,3	13,5	33,1	Ví dụ
5-3	30	3	0,75	4	3,5	13,1	35,6	Ví dụ
5-5	50	4	0,75	4	3,6	13,6	35,0	Ví dụ
5-6	60	6	1	5	2,2	13,2	36,1	Ví dụ
5-7	65	10	2	14	1,9	13,1	36,2	Ví dụ
1-5	40	3	0,75	4	3,4	14,2	35,7	Ví dụ

Như trong Bảng 25-2, được xác nhận rằng, đặc biệt khi lượng phối trộn của sulfat kim loại kiềm thổ là từ 20 đến 60 phần, độ bền nén ở tuổi vật liệu là 28 ngày được gia tăng mà không có bất kỳ ảnh hưởng xấu nào lên độ lưu động và thời gian kết cứng.

"Ví dụ thí nghiệm 5"

Các thử nghiệm tương tự như trong ví dụ thí nghiệm 1 được thực hiện ngoại trừ việc các loại khác nhau của phèn như được thể hiện trong Bảng 26 được sử dụng. Chất kết cứng nhanh dạng bột được pha chế để có thành phần như của thử nghiệm số 1-5.

80g chất kết cứng nhanh dạng bột được bổ sung vào vữa để pha chế vữa kết cứng nhanh, và ngay sau khi pha chế, thời gian làm giảm độ lưu động, thời gian kết cứng và độ bền nén của nó được đo. Các kết quả được thể hiện trong Bảng 26.

"Các vật liệu được sử dụng"

Phèn a: phèn kali 12-hydrat, sản phẩm thương mại, Blaine 600 cm²/g

Phèn b: natri nhôm sulfat 12-hydrat, sản phẩm thương mại, Blaine 700 cm²/g

Phèn c: phèn amoni 12-hydrat, sản phẩm thương mại, Blaine 600 cm²/g

Phèn d: phèn sắt 12-hydrat, sản phẩm thương mại, Blaine 600 cm²/g

Phèn e: phèn crom 12-hydrat, sản phẩm thương mại, Blaine 600 cm²/g

Phèn f: phèn kali anhydrit, sản phẩm thương mại, Blaine 600 cm²/g

Phèn g: phèn amoni anhydrit, sản phẩm thương mại, Blaine 700 cm²/g

Phèn h: phèn sắt mono-hydrat, sản phẩm thương mại, Blaine 600 cm²/g

Phèn i: phèn sắt anhydrit, sản phẩm thương mại, Blaine 700 cm²/g

Bảng 26

Thử nghiệm số	Loại phèn	Thời gian làm giảm độ lưu động (giây)	Thời gian kết cứng (phút)		Độ bền nén (N/mm ²)			Chú thích
			Bắt đầu	Kết thúc	3 giờ	1 ngày	28 ngày	
1-5	a	3	0,75	4	3,4	14,2	35,7	Ví dụ
6-1	b	5	0,75	5	4,1	13,4	34,1	Ví dụ
6-2	c	3	0,75	5	3,4	11,7	33,1	Ví dụ
6-3	d	4	1	5	3,5	12,1	30,1	Ví dụ
6-4	e	25	4	15	3,3	9,9	27,7	Ví dụ
6-5	f	4	0,75	4	4,2	15,6	36,3	Ví dụ
6-6	g	4	0,75	4	3,6	12,7	30,1	Ví dụ
6-7	h	3	0,75	3	3,3	11,9	31,6	Ví dụ
6-8	i	3	0,75	3	3,3	12,8	32,9	Ví dụ

Như trong Bảng 26, thời gian làm giảm độ lưu động là ngắn, thời gian kết cứng không bị trễ và độ bền nén là tốt không phân biệt loại phèn. Ngoài ra, có thể thấy rằng một số loại phèn là hiệu quả để thể hiện các đặc tính tốt hơn.

"Ví dụ thí nghiệm 6"

Các thử nghiệm tương tự như trong ví dụ thí nghiệm 1 được thực hiện ngoại trừ việc các loại khác nhau của cacbonat kiềm như được thể hiện trong Bảng 27 được sử dụng. Chất kết cứng nhanh dạng bột được pha chế để có thành

phần như của thử nghiệm số 1-5.

80g chất kết cứng nhanh dạng bột được bổ sung vào vữa để pha chế vữa kết cứng nhanh, và ngay sau khi pha chế, thời gian làm giảm độ lưu động, thời gian kết cứng và độ bền nén của nó được đo. Các kết quả được thể hiện trong Bảng 27.

"Các vật liệu được sử dụng"

Cacbonat kiềm A: sản phẩm thương mại, natri cacbonat, Blaine 1200 cm²/g

Cacbonat kiềm B sản phẩm thương mại, natri sesqui-cacbonat, Blaine 1400 cm²/g

Cacbonat kiềm C sản phẩm thương mại, natri bicacbonat, Blaine 800 cm²/g

Cacbonat kiềm D: sản phẩm thương mại, lithi cacbonat, Blaine 1000 cm²/g

Cacbonat kiềm E: sản phẩm thương mại, kali cacbonat, Blaine 1200 cm²/g

Bảng 27

Thử nghiệm số	Loại cacbonat kiềm	Thời gian làm giảm độ lưu động (giây)	Thời gian kết cứng (phút)		Độ bền nén (N/mm ²)			Chú thích
			Bắt đầu	Kết thúc	3 giờ	1 ngày	28 ngày	
1-5	A	3	0,75	4	3,4	14,2	35,7	Ví dụ
7-1	B	5	0,75	5	4,0	13,6	35,2	Ví dụ
7-2	C	5	0,75	8	3,7	11,9	35,4	Ví dụ
7-3	D	25	1	25	3,5	9,9	33,3	Ví dụ
7-4	E	5	0,75	9	3,9	14,5	33,1	Ví dụ

Như trong Bảng 27, thời gian làm giảm độ lưu động là ngắn, thời gian kết cứng không bị trễ và độ bền nén là tốt không phân biệt loại cacbonat kiềm. Ngoài ra, có thể thấy rằng một số loại cacbonat kiềm là hiệu quả để thể hiện các đặc tính tốt hơn.

"Ví dụ thí nghiệm 7"

Các thử nghiệm tương tự như trong ví dụ thí nghiệm 1 được thực hiện ngoại trừ việc các canxi aluminat có tỷ lệ mol $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ khác nhau như trong Bảng 28 được sử dụng. Chất kết cứng nhanh dạng bột được pha chế để có thành phần như của thử nghiệm số 1-5. Các canxi aluminat được pha chế để có Blaine là $5500 \pm 200 \text{ cm}^2/\text{g}$

80g chất kết cứng nhanh dạng bột được bổ sung vào vữa để pha chế vữa kết cứng nhanh, và ngay sau khi pha chế, thời gian làm giảm độ lưu động, thời gian kết cứng và độ bền nén của nó được đo. Các kết quả được thể hiện trong Bảng 28.

Bảng 28

Thử nghiệm số	Tỷ lệ mol $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ của canxi aluminat	Thời gian làm giảm độ lưu động (giây)	Thời gian kết cứng (phút)		Độ bền nén (N/mm^2)			Chú thích
			Bắt đầu	Kết thúc	3 giờ	1 ngày	28 ngày	
1-5	2,5	3	0,75	4	3,4	14,2	35,7	Ví dụ
8-1	1,9	10	1,0	6	4,3	16,7	36,0	Ví dụ
8-2	2,0	4	0,75	5	4,3	16,1	36,2	Ví dụ
8-3	2,6	2	0,75	5	4,4	15,5	35,8	Ví dụ
8-4	3,0	2	0,75	6	4,0	15,1	33,3	Ví dụ
8-5	3,1	4	4,0	20	3,6	11,0	30,4	Ví dụ

Từ các kết quả trong Bảng 28, có thể thấy rằng, khi tỷ lệ mol $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ trong các canxi aluminat là từ 2,0 đến 3,0, thời gian làm giảm độ lưu động và thời gian kết cứng là ngắn và độ bền nén là tốt.

"Ví dụ thí nghiệm 8"

Bê tông của 360kg xi măng, 216kg nước, 1049kg chất kết tụ mịn và 716kg chất kết tụ thô (đá nghiền số 6 từ hệ thống sông Himekawa của tỉnh Niigata, tỷ trọng $2,67 \text{ g}/\text{cm}^3$) được pha chế. Bê tông được bơm với tốc độ là $10 \text{ m}^3/\text{giờ}$ sử dụng bơm bê tông MKW-25SMT từ SHINTEC Co., Ltd., và theo cách,

được trộn để trở thành dòng hợp nhất với không khí nén từ hệ thống tách biệt, và được vận chuyển bằng khí nén. Ngoài ra, tại điểm 3m trước khi phóng, chất kết cứng nhanh dạng bột được thể hiện trong Bảng 29 dưới đây được trộn để trở thành dòng hợp nhất với bê tông được vận chuyển bằng khí nén sử dụng hệ thống vận chuyển DENKA NATMCREAT theo cách mà chất này có thể là 10 phần so với đến 100 phần của xi măng, nhờ đó pha chế bê tông phun, mà sau đó được phun lên trên tấm sắt thông qua đầu vòi. Độ bền ban đầu, độ bền lâu dài, tỷ lệ hồi phục, và tốc độ phục hồi vết nứt sau khi phun được thể hiện trong Bảng 29.

Bê tông tương tự như trong ví dụ thí nghiệm 8 được trộn để trở thành dòng hợp nhất với chất kết cứng nhanh thông thường, DENKA NATMIC TYPE-5 (chất kết cứng nhanh số T-5 chứa canxi aluminat làm thành phần chính và không chứa silicat kiềm) mà đã được vận chuyển bằng khí nén, theo cách mà chất này có thể là 10 phần (thử nghiệm số 8-15) so với 100 phần của xi măng để pha chế bê tông phun, mà được phun lên trên tấm sắt thông qua đầu vòi. Cũng tương tự, chất kết cứng nhanh số T-5 được trộn để trở thành dòng hợp nhất với bê tông mà đã được vận chuyển bằng khí nén theo cách mà chất này có thể là 7 phần (thử nghiệm số 8-16) so với 100 phần của xi măng để pha chế bê tông phun, mà được phun lên trên tấm sắt thông qua đầu vòi. Độ bền ban đầu, độ bền lâu dài, tỷ lệ hồi phục, và tốc độ phục hồi vết nứt sau khi phun được thể hiện trong Bảng 29.

"Các phương pháp thử nghiệm"

Độ bền ban đầu:

Được phun lên trên ván khuôn theo JSCE-G561, độ bền kéo ra của mẫu

tại thời gian tuổi vật liệu là 10 phút, 3 giờ và 1 ngày được chuyển đổi thành độ bền nén để xác định độ bền ban đầu của nó.

Độ bền lâu dài:

Được phun lên trên ván khuôn theo JSCE-F561, JIS A1107, lõi của mẫu được thu tại thời gian tuổi vật liệu là 7 ngày và 28 ngày, và độ bền nén của nó được đo.

Độ phục hồi:

Độ phục hồi khi phun trong 3 phút vào hầm được mô phỏng có bề mặt đào sâu cắt ngang là 15 m² được đo theo JSCE-F563, và tỷ lệ hồi phục từ bê tông phun được sử dụng được xác định theo biểu thức sau đây.

(Biểu thức)

Tỷ lệ phục hồi = Lượng bê tông phun được đổ (kg)/lượng bê tông phun được sử dụng để phun (kg) × 100 (%)

Tỷ lệ hồi phục tốt hơn là 20% hoặc nhỏ hơn.

Tỷ lệ phục hồi vết nứt:

Bê tông phun được phun lên trên mỗi trong số hai ván khuôn 10 cm × 10 cm × 40 cm để pha chế các sản phẩm thử nghiệm. Ngay sau khi pha chế, hai sản phẩm thử nghiệm được cố định, như được tách biệt bởi khoảng trống là 0,1 mm ở giữa đó theo cách mà bề mặt 40 cm có thể song song với nhau, và được đóng rắn trong nước ở 20°C trong 6 tháng, và các sản phẩm thử nghiệm được quan sát bằng kính hiển vi để xác định tỷ lệ phục hồi cho khoảng trống có chiều rộng là 0,1 mm.

Tốc độ phục hồi vết nứt tốt hơn là 50% hoặc lớn hơn.

Bảng 29

Thử nghiệm số	Thử nghiệm số của chất kết cứng nhanh dạng bột	Độ phục hồi (%)	Độ bền ban đầu (N/mm ²)			Độ bền lâu dài (N/mm ²)		Tỷ lệ phục hồi vết nứt (%)	Chú thích
			10 phút	3 giờ	1 ngày	7 ngày	28 ngày		
9-1	1-5	17	2,3	3,9	12,5	30,6	41,2	100	Ví dụ
9-2	1-1	18	1,9	4,2	10,8	29,5	40,3	100	Ví dụ
9-3	1-33	60	0	0,8	6,9	21,2	30,1	70	Ví dụ so sánh
9-4	1-36	80	0,8	3,3	11,8	25,2	33,9	40	Ví dụ so sánh
9-5	2-1	20	0,8	3,2	10,6	20,2	30,3	60	Ví dụ
9-6	2-5	15	2,1	4,0	15,4	29,7	40,2	100	Ví dụ
9-7	2-6	32	1,7	4,2	14,8	25,5	38,7	100	Ví dụ
9-8	3-2	15	1,5	4,1	13,1	24,8	35,3	60	Ví dụ
9-9	5-4	28	1,4	3,9	10,7	20,1	30,4	60	Ví dụ
9-10	6-2	18	1,3	3,9	12,9	30,4	41,0	60	Ví dụ
9-11	6-3	30	1,0	3,4	10,3	27,3	38,1	70	Ví dụ
9-12	7-1	25	2,1	3,8	16,1	27,5	38,9	70	Ví dụ
9-13	7-4	22	2,2	4,2	16,2	28,1	38,8	70	Ví dụ
9-14	7-5	18	1,0	3,9	12,3	25,3	36,4	70	Ví dụ
9-15	T-5 10 phần	22	1,1	1,9	9,5	25,6	33,0	10	Ví dụ so sánh
9-16	T-5 7 phần	25	0,6	1,5	8,9	25,1	30,0	45	Ví dụ so sánh
9-17	1-30	20	2,3	4,5	12,1	25,6	35,4	70	Ví dụ

Như trong Bảng 29, các mẫu của các ví dụ có độ bền ban đầu, độ bền lâu dài và tốc độ phục hồi vết nứt tốt. Đối với các ví dụ so sánh, đã biết đến các chất kết cứng nhanh thông thường của thử nghiệm số 9-15 và thử nghiệm số 9-16, nhưng việc cải thiện tốc độ phục hồi vết nứt là kém. Tỷ lệ hồi phục thường là 20% hoặc lớn hơn, nhưng một số mẫu so sánh có tỷ lệ phục hồi cao hơn so với tỷ lệ thông thường. Mặt khác, có thể thấy rằng một số các chất kết cứng nhanh của các ví dụ của sáng chế có tỷ lệ phục hồi tốt hơn.

Thử nghiệm số 9-3 có tỷ lệ phục hồi vết nứt tốt, nhưng có thời gian kết cứng cực kỳ lâu (xem Bảng 21) và do đó không thể làm chất kết cứng nhanh

dạng bột của sáng chế.

"Ví dụ thí nghiệm 9"

Thử nghiệm tương tự như trong ví dụ thí nghiệm 1 được thực hiện ngoại trừ việc, trong thử nghiệm số 1-30, nhiệt độ thử nghiệm được thay đổi từ 25°C đến 35°C trong (thử nghiệm số 10-1).

Còn thử nghiệm tương tự như trong ví dụ thí nghiệm 1 được thực hiện ngoại trừ việc, trong thử nghiệm số 1-37, nhiệt độ thử nghiệm được thay đổi từ 25°C đến 35°C trong (thử nghiệm số 10-2).

Các kết quả được thể hiện trong Bảng 30 dưới đây.

Bảng 30

Thử nghiệm số	Nhiệt độ thử nghiệm	Thời gian làm giảm độ lưu động (giây)	Thời gian kết cứng (phút)		Độ bền nén (N/mm ²)			Chú thích
			Bắt đầu	Kết thúc	3 giờ	1 ngày	28 ngày	
1-30	25°C	6	0,75	9	4,1	11,4	33,1	Ví dụ
1-37	25°C	5	0,75	7	1,0	7,7	29,0	Ví dụ tham khảo
10-1	35°C	5	0,75	7	1,0	7,7	29,0	Ví dụ
10-2	35°C	5	0,75	7	1,0	6,2	21,1	Ví dụ tham khảo

Như trong Bảng 30, mẫu của thử nghiệm số 10-1 là có độ bền ban đầu, độ bền lâu dài và tốc độ phục hồi vết nứt ở nhiệt độ cao tốt. Điều này được coi là do sự gia tăng sản lượng ettringite nhờ sự bổ sung canxi sulfat

<Các ví dụ của khía cạnh thứ tư của sáng chế>

"Ví dụ thí nghiệm 1"

Cacbonat kiềm A, canxi aluminat, canxi hydroxit, phèn a, natri silicat và nhôm sulfat (1) được trộn theo thành phần phối trộn được thể hiện trong Bảng 1 và Bảng 2 để pha chế chất kết cứng nhanh dạng bột, mặt khác, vữa bao gồm

800g xi măng 2000g chất kết tụ mịn, 400g nước được pha chế, và 80g chất kết cứng nhanh dạng bột được bổ sung vào vữa để pha chế vữa kết cứng nhanh (vật liệu kết cứng nhanh), và ngay sau khi pha chế, thời gian làm giảm độ lưu động, thời gian kết cứng và độ bền nén của vật liệu được đo. Các kết quả được thể hiện trong Bảng 31 và Bảng 32.

Các vật liệu được sử dụng và các phương pháp thử nghiệm được mô tả dưới đây.

"Các vật liệu được sử dụng"

Xi măng: sản phẩm thương mại, xi măng Portland thông thường, tỷ trọng 3,15 g/cm³

Chất kết tụ mịn: cát sông từ hệ thống sông Himekawa của tỉnh Niigata, tỷ trọng 2,61 g/cm³

Nước: nước công nghiệp

Cacbonat kiềm A: sản phẩm thương mại, natri cacbonat, Blaine 1200 cm²/g

Canxi aluminat: Các vật liệu thô được nghiền và được trộn để có tỷ lệ mol CaO/Al₂O₃ là 2,5, sau đó được nung chảy trong lò nung điện và được làm mát nhanh. Mức độ thủy tinh hóa 90%, Blaine 5500 cm²/g

Canxi hydroxit: sản phẩm thương mại tương ứng với Slaked Lime số 2 được định nghĩa trong JIS R 9001

Phèn a: phèn kali 12-hydrat, sản phẩm thương mại, Blaine 600 cm²/g

Natri silicat: tỷ lệ mol SiO₂/Na₂O là 1,0, Blaine 600 cm²/g, sản phẩm thương mại, anhydrit

Nhôm sulfat (1): nhôm sulfat, sản phẩm thương mại, 14 đến 18-hydrat, 98%

được đi qua lưới rây 1,2 mm.

"Các phương pháp thử nghiệm"

Thời gian làm giảm độ lưu động:

Chất kết cứng nhanh dạng bột được bổ sung vào vữa được pha chế, sau đó được nhào với máy trộn vữa trong 10 giây ở chế độ tốc độ cao, và thời gian làm giảm độ lưu động của vữa được đo bằng cách chạm ngón tay.

Khi chạm ngón tay, trạng thái mà ở đó ngón tay không thể thâm nhập vào trong mẫu như so với mẫu mới ngay sau khi nhào với chất kết cứng nhanh được coi là trạng thái giảm độ lưu động.

Thời gian kết cứng:

Chất kết cứng nhanh dạng bột được bổ sung vào vữa được pha chế, sau đó được đóng gói nhanh trong ván khuôn dành riêng cho thử nghiệm giám sát, và thời gian bắt đầu sự kết cứng và thời gian kết thúc sự kết cứng sau khi bổ sung chất kết cứng nhanh dạng bột được đo (theo ASTM C403).

Độ bền nén:

Giống như phép đo thời gian kết cứng, độ bền nén (N/mm^2) sau khi pha chế vữa kết cứng nhanh được đo. Tuổi vật liệu là 3 giờ, 1 ngày và 28 ngày (theo JSCE D102).

Bảng 31

Thử nghiệm số	Thành phần của chất kết cứng nhanh dạng bột (phần)						Thời gian làm giảm độ lưu động (giây)	Thời gian kết cứng (phút)		Độ bền nén (N/mm ²)			Chú thích
	Cacbonat kiềm A	Canxi aluminat	Canxi hydroxit α	Phèn a	Natri silicat	Nhôm sulfat (1)		Bắt đầu	Kết thúc	3 giờ	1 ngày	28 ngày	
1-1	0	50	20	10	5	10	2	0,5	1	1,3	6,7	32,6	Ví dụ
1-2	1	50	20	10	5	10	2	0,5	1	1,4	7,2	32,2	Ví dụ
1-3	3	50	20	10	5	10	2	0,5	1	1,6	8,2	31,7	Ví dụ
1-4	5	50	20	10	5	10	2	0,5	1,5	1,8	11,8	31,3	Ví dụ
1-5	10	50	20	10	5	10	2	0,5	1,5	2,1	12,5	31,1	Ví dụ
1-6	20	50	20	10	5	10	2	0,5	1,5	2,2	13,6	31,0	Ví dụ
1-7	25	50	20	10	5	10	3	0,75	2	2,3	15,1	19,6	Ví dụ
1-8	10	0	20	10	5	10	7	25	200	0,3	7,0	25,1	Ví dụ so sánh
1-9	10	25	20	10	5	10	5	1	5	0,6	9,3	32,0	Ví dụ
1-10	10	30	20	10	5	10	5	1	4	1,1	9,9	31,8	Ví dụ
1-11	10	40	20	10	5	10	2	0,75	3	1,8	11,2	32,0	Ví dụ
1-5	10	50	20	10	5	10	2	0,5	1,5	2,1	12,5	31,1	Ví dụ
1-12	10	70	20	10	5	10	1	0,5	1,5	2,3	11,9	30,1	Ví dụ
1-13	10	75	20	10	5	10	1	0,5	1	2,9	9,0	28,6	Ví dụ
1-14	10	50	0	10	5	10	4	0,75	1,5	1,7	10,1	24,3	Ví dụ
1-15	10	50	5	10	5	10	3	0,5	1,5	1,7	11,1	28,5	Ví dụ
1-16	10	50	10	10	5	10	2	0,5	1,5	2,1	12,6	31,7	Ví dụ
1-5	10	50	20	10	5	10	2	0,5	1,5	2,1	12,5	31,1	Ví dụ
1-17	10	50	25	10	5	10	2	0,5	1	2,2	12,5	32,0	Ví dụ
1-18	10	50	35	10	5	10	2	0,5	1	2,5	10,3	31,8	Ví dụ

Bảng 32

Thử nghiệm số	Thành phần của chất kết cứng nhanh dạng bột (phần)						Thời gian làm giảm độ lưu động (giây)	Thời gian kết cứng (phút)		Độ bền nén (N/mm ²)			Chú thích
	Cacbonat kiềm A	Canxi aluminat	Canxi hydroxit α	Phèn a	Natri silicat	Nhôm sulfat (1)		Bắt đầu	Kết thúc	3 giờ	1 ngày	28 ngày	
1-19	10	50	20	0	5	10	6	0,5	1,5	1,6	6,6	26,8	Ví dụ
1-20	10	50	20	0,5	5	10	5	0,5	1	1,7	9,4	27,9	Ví dụ
1-21	10	50	20	5	5	10	4	0,5	1	1,8	11,4	30,4	Ví dụ
1-5	10	50	20	10	5	10	2	0,5	1,5	2,1	12,5	31,1	Ví dụ
1-22	10	50	20	20	5	10	2	0,5	1	2,3	12,7	31,5	Ví dụ
1-23	10	50	20	25	5	10	2	0,5	1	2,4	12,5	31,5	Ví dụ
1-24	10	50	20	10	0	10	30	1	3	0,7	12,1	32,0	Ví dụ so sánh
1-25	10	50	20	10	0,5	10	20	0,75	1,5	1,4	12,9	32,1	Ví dụ
1-26	10	50	20	10	1	10	10	0,5	1,5	1,8	12,6	32,0	Ví dụ
1-5	10	50	20	10	5	10	2	0,5	1,5	2,1	12,5	31,1	Ví dụ
1-27	10	50	20	10	10	10	2	0,5	0,75	2,5	11,6	31,6	Ví dụ
1-28	10	50	20	10	20	10	2	0,5	0,75	2,6	9,3	28,2	Ví dụ
1-29	10	50	20	10	25	10	1	0,5	0,75	2,5	8,9	24,5	Ví dụ
1-30	0	80	0	0	20	10	4	0,5	1	2,2	8,7	28,6	Ví dụ
1-31	10	50	20	10	5	0	3	0,75	4	0,9	12,1	32,0	Ví dụ tham khảo
1-32	0	50	20	10	5	0	2	0,5	3	0,5	3,3	33,5	Ví dụ tham khảo
1-33	10	0	20	10	5	0	5	30	180	0,3	7,5	24,0	Ví dụ so sánh
1-34	10	50	0	10	5	0	5	0,75	5	0,6	10,5	22,0	Ví dụ tham khảo
1-35	10	50	20	0	5	0	7	0,5	3	0,7	5,1	25,0	Ví dụ tham khảo
1-36	10	50	20	10	0	0	45	1	4	0,5	12,5	32,0	Ví dụ so sánh
1-37	0	80	0	0	20	0	5	0,75	7	1,0	7,7	29,0	Ví dụ tham khảo

Từ Bảng 31 và Bảng 32, có thể thấy rằng, bằng cách chứa canxi aluminat, natri silicat và nhôm sulfat, và tốt hơn là chứa thêm, bằng cách bổ sung vào đó, canxi hydroxit, phèn và cacbonat kiềm, thời gian làm giảm độ lưu động là ngắn, thời gian kết cứng không bị trễ và độ bền nén là tốt. Cụ thể, khi nhôm sulfat

được chứa, thời gian kết cứng được rút ngắn và độ bền thời gian ngắn được cải thiện. Có thể thấy rằng hàm lượng của mỗi thành phần có mức độ phù hợp riêng.

"Ví dụ thí nghiệm 2"

Các thử nghiệm tương tự như trong ví dụ thí nghiệm 1 được thực hiện ngoại trừ việc các natri silicat có tỷ lệ mol $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ khác nhau được sử dụng như trong Bảng 33. Chất kết cứng nhanh dạng bột được pha chế để có thành phần như của thử nghiệm số 1-5.

80g chất kết cứng nhanh dạng bột được bổ sung vào vữa để pha chế vữa kết cứng nhanh, và ngay sau khi pha chế, thời gian làm giảm độ lưu động, thời gian kết cứng và độ bền nén của nó được đo. Các kết quả được thể hiện trong Bảng 33 dưới đây.

Bảng 33

Thử nghiệm số	Tỷ lệ mol $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ của natri silicat	Thời gian làm giảm độ lưu động (giây)	Thời gian kết cứng (phút)		Độ bền nén (N/mm^2)			Chú thích
			Bắt đầu	Kết thúc	3 giờ	1 ngày	28 ngày	
2-1	0,45	2	0,5	2,0	1,1	6,5	23,6	Ví dụ
2-2	0,5	2	0,5	1,5	1,7	11,7	31,8	Ví dụ
2-3	0,67	2	0,5	1,5	1,8	11,5	31,5	Ví dụ
2-4	0,9	2	0,5	1,5	2,0	12,1	31,1	Ví dụ
1-5	1,0	2	0,5	1,5	2,1	12,5	31,1	Ví dụ
2-5	1,3	3	0,5	1,5	2,0	12,1	30,0	Ví dụ
2-6	1,5	3	0,75	2	1,8	10,9	29,9	Ví dụ
2-7	2,0	7	0,75	2	1,3	7,1	24,6	Ví dụ

Từ Bảng 33, có thể thấy rằng, bằng cách chứa canxi aluminat và natri silicat, thời gian làm giảm độ lưu động là ngắn, thời gian kết cứng không bị trễ và độ bền nén là tốt. Đã biết thêm rằng tỷ lệ mol của $\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ của natri silicat có phạm vi số phù hợp để thể hiện các đặc tính tốt hơn.

"Ví dụ thí nghiệm 3"

Các thử nghiệm tương tự như trong ví dụ thí nghiệm 1 được thực hiện ngoại trừ việc các loại khác nhau của natri silicat hydrat như được thể hiện trong Bảng 34 được sử dụng. Chất kết cứng nhanh dạng bột được pha chế để có thành phần như của thử nghiệm số 1-5.

80g chất kết cứng nhanh dạng bột được bổ sung vào vữa để pha chế vữa kết cứng nhanh, và ngay sau khi pha chế, thời gian làm giảm độ lưu động, thời gian kết cứng và độ bền nén của nó được đo. Các kết quả được thể hiện trong Bảng 34.

Bảng 34

Thử nghiệm số	Natri silicat Hydrat	Thời gian làm giảm độ lưu động (giây)	Thời gian kết cứng (phút)		Độ bền nén (N/mm ²)			Chú thích
			Bắt đầu	Kết thúc	3 giờ	1 ngày	28 ngày	
1-5	Anhydrit	2	0,5	1,5	2,1	12,6	31,1	Ví dụ
3-1	5-Hydrat	2	0,5	1,5	2,1	12,5	31,1	Ví dụ
3-2	9-Hydrat	1	0,5	1,5	2,2	10,4	30,7	Ví dụ

Từ Bảng 34, được coi là loại bất kỳ của natri silicat hydrat là hiệu quả cho chất kết cứng nhanh dạng bột.

"Ví dụ thí nghiệm 4"

(Ví dụ thí nghiệm 4-1)

Các thử nghiệm tương tự như trong ví dụ thí nghiệm 1 được thực hiện ngoại trừ việc nhôm sulfat (2) hoặc (3) được sử dụng thay cho nhôm sulfat (1). Chất kết cứng nhanh dạng bột được pha chế để có thành phần như của thử nghiệm số 1-5.

80g chất kết cứng nhanh dạng bột được bổ sung vào vữa để pha chế vữa

kết cứng nhanh, và ngay sau khi pha chế, thời gian làm giảm độ lưu động, thời gian kết cứng và độ bền nén của nó được đo. Các kết quả được thể hiện trong Bảng 35-1.

"Các vật liệu được sử dụng"

Nhôm sulfat (2): nhôm sulfat, 8-hydrat, 99% được đi qua lưới rây 1,2 mm.

Nhôm sulfat (3): nhôm sulfat, anhydrit, 99% được đi qua lưới rây 1,2 mm.

Bảng 35-1

Thử nghiệm số	Nhôm sulfat	Thời gian làm giảm độ lưu động (giây)	Thời gian kết cứng (phút)		Độ bền nén (N/mm ²)			Chú thích
			Bắt đầu	Kết thúc	3 giờ	1 ngày	28 ngày	
4-1	(2)	2	0,5	1,5	2,5	12,8	32,2	Ví dụ
4-2	(3)	5	0,5	1,5	2,6	12,8	32,0	Ví dụ
1-5	(1)	2	0,5	1,5	2,1	12,6	31,1	Ví dụ

Như trong Bảng 35-1, thời gian làm giảm độ lưu động là ngắn, thời gian kết cứng không bị trễ và độ bền nén là tốt thậm chí khi sử dụng nhôm sulfat có số lượng hydrat khác nhau.

(Ví dụ thí nghiệm 4-2)

Các thử nghiệm tương tự như trong ví dụ thí nghiệm 1 được thực hiện ngoại trừ việc tỷ lệ phối trộn của nhôm sulfat (1) được thay đổi như trong Bảng 35-2 dưới đây. Ngoại trừ tỷ lệ phối trộn của nhôm sulfat (1) trong đó, chất kết cứng nhanh dạng bột được pha chế để có thành phần như của thử nghiệm số 1-5. Các kết quả được thể hiện trong Bảng 35-2.

Bảng 35-2

Thử nghiệm số	Tỷ lệ phối trộn của nhôm sulfat (1) (phần)	Thời gian làm giảm độ lưu động (giây)	Thời gian kết cứng (phút)		Độ bền nén (N/mm ²)			Chú thích
			Bắt đầu	Kết thúc	3 giờ	1 ngày	28 ngày	
1-31	0	3	0,75	4	0,9	12,1	32,0	Ví dụ so sánh
4-1	3	3	0,75	3	1,3	12,6	32,0	Ví dụ
4-2	5	3	0,75	3	1,7	12,8	32,0	Ví dụ
4-3	7,5	2	0,5	2	2,0	13,1	32,0	Ví dụ
4-4	20	2	0,5	1,5	2,1	12,1	32,0	Ví dụ
4-5	25	2	0,5	1,0	2,1	12,0	31,0	Ví dụ
4-6	30	1	0,5	1,0	2,2	11,0	29,0	Ví dụ
1-5	10	2	0,5	1,5	2,1	12,5	31,1	Ví dụ

Như trong Bảng 35-2, được xác nhận rằng thời gian làm giảm độ lưu động là ngắn và hiệu suất kết cứng và độ bền nén thay đổi ít khi lượng phối trộn của nhôm sulfat (1) là từ 5 đến 25 phần.

"Ví dụ thí nghiệm 5"

Các thử nghiệm tương tự như trong ví dụ thí nghiệm 1 được thực hiện ngoại trừ việc các loại khác nhau của phèn như được thể hiện trong Bảng 36 được sử dụng. Chất kết cứng nhanh dạng bột được pha chế để có thành phần như của thử nghiệm số 1-5.

80g chất kết cứng nhanh dạng bột được bổ sung vào vữa để pha chế vữa kết cứng nhanh, và ngay sau khi pha chế, thời gian làm giảm độ lưu động, thời gian kết cứng và độ bền nén của nó được đo. Các kết quả được thể hiện trong Bảng 36.

"Các vật liệu được sử dụng"

Phèn a: phèn kali 12-hydrat, sản phẩm thương mại, Blaine 600 cm²/g

Phèn b: natri nhôm sulfat 12-hydrat, sản phẩm thương mại, Blaine 700 cm²/g

Phèn c: phèn amoni 12-hydrat, sản phẩm thương mại, Blaine 600 cm²/g

Phèn d: phèn sắt 12-hydrat, sản phẩm thương mại, Blaine 600 cm²/g

Phèn e: phèn crom 12-hydrat, sản phẩm thương mại, Blaine 600 cm²/g

Phèn f: phèn kali anhydrit, sản phẩm thương mại, Blaine 600 cm²/g

Phèn g: phèn amoni anhydrit, sản phẩm thương mại, Blaine 700 cm²/g

Phèn h: phèn sắt mono-hydrat, sản phẩm thương mại, Blaine 600 cm²/g

Phèn i: phèn sắt anhydrit, sản phẩm thương mại, Blaine 700 cm²/g

Bảng 36

Thử nghiệm số	Loại phèn	Thời gian làm giảm độ lưu động (giây)	Thời gian kết cứng (phút)		Độ bền nén (N/mm ²)			Chú thích
			Bắt đầu	Kết thúc	3 giờ	1 ngày	28 ngày	
1-5	a	2	0,5	1,5	2,1	12,5	31,1	Ví dụ
5-1	b	3	0,5	1,5	2,1	11,4	31,4	Ví dụ
5-2	c	3	0,5	1,5	1,9	9,8	31,1	Ví dụ
5-3	d	4	0,75	2	1,7	9,9	30,4	Ví dụ
5-4	e	15	0,75	2	1,6	7,6	27,7	Ví dụ
5-5	f	2	0,5	1,5	2,0	12,8	32,1	Ví dụ
5-6	g	2	0,5	1,5	1,8	9,7	26,5	Ví dụ
5-7	h	2	0,5	1,5	1,7	9,3	27,9	Ví dụ
5-8	i	2	0,5	1,5	1,7	10,2	28,3	Ví dụ

Như trong Bảng 36, thời gian làm giảm độ lưu động là ngắn, thời gian kết cứng không bị trễ và độ bền nén là tốt không phân biệt loại phèn. Ngoài ra, có thể thấy rằng một số loại phèn là hiệu quả để thể hiện các đặc tính tốt hơn.

"Ví dụ thí nghiệm 6"

Các thử nghiệm tương tự như trong ví dụ thí nghiệm 1 được thực hiện ngoại trừ việc các loại khác nhau của cacbonat kiềm như được thể hiện trong Bảng 37 được sử dụng. Chất kết cứng nhanh dạng bột được pha chế để có thành

phần như của thử nghiệm số 1-5.

80g chất kết cứng nhanh dạng bột được bổ sung vào vữa để pha chế vữa kết cứng nhanh, và ngay sau khi pha chế, thời gian làm giảm độ lưu động, thời gian kết cứng và độ bền nén của nó được đo. Các kết quả được thể hiện trong Bảng 37.

"Các vật liệu được sử dụng"

Cacbonat kiềm A: sản phẩm thương mại, natri cacbonat, Blaine 1200 cm²/g

Cacbonat kiềm B sản phẩm thương mại, natri sesqui-cacbonat, Blaine 1400 cm²/g

Cacbonat kiềm C sản phẩm thương mại, natri bicacbonat, Blaine 800 cm²/g

Cacbonat kiềm D: sản phẩm thương mại, lithi cacbonat, Blaine 1000 cm²/g

Cacbonat kiềm E: sản phẩm thương mại, kali cacbonat, Blaine 1200 cm²/g

Bảng 37

Thử nghiệm số	Loại cacbonat kiềm	Thời gian làm giảm độ lưu động (giây)	Thời gian kết cứng (phút)		Độ bền nén (N/mm ²)			Chú thích
			Bắt đầu	Kết thúc	3 giờ	1 ngày	28 ngày	
1-5	A	2	0,5	1,5	2,1	12,5	31,1	Ví dụ
6-1	B	3	0,5	1,5	1,9	12,1	32,6	Ví dụ
6-2	C	3	0,5	2	1,9	10,1	33,3	Ví dụ
6-3	D	10	0,75	3	1,5	9,6	28,9	Ví dụ
6-4	E	3	0,75	3	2,0	10,7	32,5	Ví dụ

Như trong Bảng 37, thời gian làm giảm độ lưu động là ngắn, thời gian kết cứng không bị trễ và độ bền nén là tốt không phân biệt loại cacbonat kiềm. Ngoài ra, có thể thấy rằng một số loại cacbonat kiềm là hiệu quả để thể hiện các đặc tính tốt hơn.

"Ví dụ thí nghiệm 7"

Các thử nghiệm tương tự như trong ví dụ thí nghiệm 1 được thực hiện ngoại trừ việc các canxi aluminat có tỷ lệ mol $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ khác nhau như trong Bảng 38 được sử dụng. Chất kết cứng nhanh dạng bột được pha chế để có thành phần như của thử nghiệm số 1-5. Các canxi aluminat được pha chế để có Blaine là $5500 \pm 200 \text{ cm}^2/\text{g}$.

80g chất kết cứng nhanh dạng bột được bổ sung vào vữa để pha chế vữa kết cứng nhanh, và ngay sau khi pha chế, thời gian làm giảm độ lưu động, thời gian kết cứng và độ bền nén của nó được đo. Các kết quả được thể hiện trong Bảng 38.

Bảng 38

Thử nghiệm số	Tỷ lệ mol $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ của canxi aluminat	Thời gian làm giảm độ lưu động (giây)	Thời gian kết cứng (phút)		Độ bền nén (N/mm^2)			Chú thích
			Bắt đầu	Kết thúc	3 giờ	1 ngày	28 ngày	
1-5	2,5	2	0,5	1,5	2,1	12,5	31,1	Ví dụ
7-1	1,9	5	0,5	1,5	2,2	13,5	32,3	Ví dụ
7-2	2,0	2	0,5	1,5	2,2	13,8	33,1	Ví dụ
7-3	2,6	2	0,5	1,5	2,0	12,5	32,9	Ví dụ
7-4	3,0	2	0,5	1,5	1,9	12,1	29,7	Ví dụ
7-5	3,1	3	1,0	8	1,7	9,2	27,5	Ví dụ

Từ các kết quả trong Bảng 38, có thể thấy rằng, khi tỷ lệ mol $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ trong các canxi aluminat là từ 2,0 đến 3,0, thời gian làm giảm độ lưu động và thời gian kết cứng là ngắn và độ bền nén là tốt.

"Ví dụ thí nghiệm 8"

Bê tông của 360kg xi măng, 216kg nước, 1049kg chất kết tụ thô và 716kg chất kết tụ thô (đá nghiền số 6 từ hệ thống sông Himekawa của tỉnh Niigata, tỷ trọng $2,67 \text{ g}/\text{cm}^3$) được pha chế. Bê tông được bơm với tốc độ là $10 \text{ m}^3/\text{giờ}$ sử dụng bơm bê tông MKW-25SMT từ SHINTEC Co., Ltd., và theo cách,

được trộn để trở thành dòng hợp nhất với không khí nén từ hệ thống tách biệt, và được vận chuyển bằng khí nén. Ngoài ra, tại điểm 3m trước khi phóng, chất kết cứng nhanh dạng bột được thể hiện trong Bảng 39 dưới đây được trộn để trở thành dòng hợp nhất với bê tông được vận chuyển bằng khí nén sử dụng hệ thống vận chuyển DENKA NATMCREAT theo cách mà chất này có thể là 10 phần so với đến 100 phần của xi măng, nhờ đó pha chế bê tông phun, mà sau đó được phun lên trên tấm sắt thông qua đầu vòi. Độ bền ban đầu, độ bền lâu dài, tỷ lệ hồi phục, và tốc độ phục hồi vết nứt sau khi phun được thể hiện trong Bảng 39.

Bê tông tương tự như trong ví dụ thí nghiệm 8 được trộn để trở thành dòng hợp nhất với chất kết cứng nhanh thông thường, DENKA NATMIC TYPE-5 (chất kết cứng nhanh số T-5 chứa canxi aluminat làm thành phần chính và không chứa silicat kiềm) mà đã được vận chuyển bằng khí nén, theo cách mà chất này có thể là 10 phần (thử nghiệm số 8-15) so với 100 phần của xi măng để pha chế bê tông phun, mà được phun lên trên tấm sắt thông qua đầu vòi. Cũng tương tự, chất kết cứng nhanh số T-5 được trộn để trở thành dòng hợp nhất với bê tông mà đã được vận chuyển bằng khí nén theo cách mà chất này có thể là 7 phần (thử nghiệm số 8-16) so với 100 phần của xi măng để pha chế bê tông phun, mà được phun lên trên tấm sắt thông qua đầu vòi. Độ bền ban đầu, độ bền lâu dài, tỷ lệ hồi phục, và tốc độ phục hồi vết nứt sau khi phun được thể hiện trong Bảng 39.

"Các phương pháp thử nghiệm"

Độ bền ban đầu:

Được phun lên trên ván khuôn theo JSCE-G561, độ bền kéo ra của mẫu

tại thời gian tuổi vật liệu là 10 phút, 3 giờ và 1 ngày được chuyển đổi thành độ bền nén để xác định độ bền ban đầu của nó.

Độ bền lâu dài:

Được phun lên trên ván khuôn theo JSCE-F561, JIS A1107, lõi của mẫu được thu tại thời gian tuổi vật liệu là 7 ngày và 28 ngày, và độ bền nén của nó được đo.

Độ phục hồi:

Độ phục hồi khi phun trong 3 phút vào hầm được mô phỏng có bề mặt đào sâu cắt ngang là 15 m² được đo theo JSCE-F563, và tỷ lệ hồi phục từ bê tông phun được sử dụng được xác định theo biểu thức sau đây. Nhiệt độ thử nghiệm là 25°C.

(Biểu thức)

Tỷ lệ phục hồi = Lượng bê tông phun được đổ (kg)/lượng bê tông phun được sử dụng để phun (kg) × 100 (%)

Tỷ lệ hồi phục tốt hơn là 20% hoặc nhỏ hơn.

Tỷ lệ phục hồi vết nứt:

Bê tông phun được phun lên trên mỗi trong số hai ván khuôn 10 cm × 10 cm × 40 cm để pha chế các sản phẩm thử nghiệm. Ngay sau khi pha chế, hai sản phẩm thử nghiệm được cố định, như được tách biệt bởi khoảng trống là 0,1 mm ở giữa đó theo cách mà bề mặt 40 cm có thể song song với nhau, và được đóng rắn trong nước ở 20°C trong 6 tháng, và các sản phẩm thử nghiệm được quan sát bằng kính hiển vi để xác định tỷ lệ phục hồi cho khoảng trống có chiều rộng là 0,1 mm.

Tốc độ phục hồi vết nứt tốt hơn là 50% hoặc lớn hơn.

Bảng 39

Thử nghiệm số	Thử nghiệm số của chất kết cứng nhanh dạng bột	Độ phục hồi (%)	Độ bền ban đầu (N/mm ²)			Độ bền lâu dài (N/mm ²)		Tỷ lệ phục hồi vết nứt (%)	Chú thích
			10 min	3 giờ	1 ngày	7 ngày	28 ngày		
8-1	1-5	12	1,7	2,5	13,0	27,6	35,3	100	Ví dụ
8-2	1-1	14	0,6	2,3	6,8	26,5	34,4	100	Ví dụ
8-3	1-33	52	0	0,6	6,2	20,1	27,0	70	Ví dụ so sánh
8-4	1-36	75	0,5	1,5	8,0	22,2	30,5	30	Ví dụ so sánh
8-5	2-1	19	0,5	1,9	7,5	20,5	28,3	60	Ví dụ
8-6	2-5	15	1,1	2,7	13,3	25,9	33,3	100	Ví dụ
8-7	2-6	23	0,9	2,2	10,8	20,4	30,4	100	Ví dụ
8-8	3-2	14	0,8	2,3	11,3	20,8	31,1	50	Ví dụ
8-9	5-4	25	0,6	2,0	8,9	18,9	27,8	60	Ví dụ
8-10	6-2	17	0,6	2,1	10,1	27,1	32,6	60	Ví dụ
8-11	6-3	25	0,5	1,9	8,0	25,2	31,1	70	Ví dụ
8-12	7-1	20	1,3	2,8	14,0	24,1	31,5	70	Ví dụ
8-13	7-4	18	1,1	2,5	13,0	24,2	32,3	70	Ví dụ
8-14	7-5	15	0,4	1,9	10,1	23,1	29,0	70	Ví dụ
8-15	T-5 10 pts	22	1,1	1,9	9,5	25,6	33,0	10	Ví dụ so sánh
8-16	T-5 7 pts	25	0,6	1,5	8,9	25,1	30,0	45	Ví dụ so sánh
8-17	1-30	16	1,2	2,5	9,5	22,2	31,3	70	Ví dụ

Như trong Bảng 39, các mẫu của các ví dụ có độ bền ban đầu, độ bền lâu dài và tốc độ phục hồi vết nứt tốt. Đối với các ví dụ so sánh, đã biết đến các chất kết cứng nhanh thông thường của thử nghiệm số 8-15 và thử nghiệm số 8-16, nhưng việc cải thiện tốc độ phục hồi vết nứt là kém. Tỷ lệ hồi phục thường là 20% hoặc lớn hơn, nhưng một số mẫu so sánh có tỷ lệ phục hồi cao hơn so với tỷ lệ thông thường. Mặt khác, có thể thấy rằng một số các chất kết cứng nhanh của các ví dụ của sáng chế có tỷ lệ phục hồi tốt hơn.

Thử nghiệm số 8-3 có tốc độ phục hồi vết nứt tốt, nhưng có thời gian kết cứng cực kỳ lâu (xem Bảng 31) và do đó không thể làm chất kết cứng nhanh

dạng bột của sáng chế.

"Ví dụ thí nghiệm 9"

Thử nghiệm tương tự như trong ví dụ thí nghiệm 1 được thực hiện ngoại trừ việc, trong thử nghiệm số 1-30, nhiệt độ thử nghiệm được thay đổi từ 25°C đến 35°C trong (thử nghiệm số 9-1).

Ngoài ra, thử nghiệm tương tự như trong ví dụ thí nghiệm 1 được thực hiện ngoại trừ việc, trong thử nghiệm số 1-37, nhiệt độ thử nghiệm được thay đổi từ 25°C đến 35°C trong (thử nghiệm số 9-2).

Các kết quả được thể hiện trong Bảng 40 dưới đây.

Bảng 40

Thử nghiệm số	Độ phục hồi Nhiệt độ thử nghiệm và kết quả	Thời gian làm giảm độ lưu động (giây)	Thời gian kết cứng (phút)		Độ bền nén (N/mm ²)			Chú thích
			Bắt đầu	Kết thúc	3 giờ	1 ngày	28 ngày	
1-30	25°C, 16%	6	0,75	9	4,1	11,4	33,1	Ví dụ
1-37	25°C, 19%	5	0,75	7	1,0	7,7	29,0	Ví dụ tham khảo
9-1	35°C, 18%	6	0,75	9	4,3	10,9	31,9	Ví dụ
9-2	35°C, 40%	10	2	30	0,5	4,5	22,3	Ví dụ tham khảo

Như trong Bảng 40, mẫu của thử nghiệm số 9-1 có độ phục hồi, độ bền ban đầu, độ bền lâu dài và tốc độ phục hồi vết nứt ở nhiệt độ cao tốt.

Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Bằng cách sử dụng chất kết cứng nhanh dạng bột của sáng chế, độ kết dính của bê tông phun cải thiện và, ngoài ra, thậm chí khi một số vết nứt tạo thành trong đó, bê tông phun chứa chất này thể hiện chức năng tự phục hồi. Theo sáng chế, do đó, vật liệu phù hợp nhất cho môi trường tiếp xúc với nước như chỗ đọng nước có thể được tạo ra.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Chất kết cứng nhanh dạng bột chứa canxi aluminat và natri silicat

trong đó tỷ lệ mol của CaO so với Al_2O_3 trong canxi aluminat ($\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$) là 2,0 đến 3,0, và

chứa canxi aluminat với lượng là 30 đến 80 phần khối lượng và natri silicat với lượng 0,5 đến 20 phần khối lượng trong 100 phần khối lượng của chất kết cứng nhanh dạng bột.

2. Chất kết cứng nhanh dạng bột theo điểm 1, trong đó tỷ lệ mol của SiO_2 so với Na_2O trong natri silicat ($\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$) là từ 0,5 đến 1,5.

3. Chất kết cứng nhanh dạng bột theo điểm 1 hoặc 2, trong đó số lượng hydrat trong natri silicat là 9 hoặc nhỏ hơn.

4. Chất kết cứng nhanh dạng bột theo điểm 1 hoặc 2, còn chứa ít nhất một chất được chọn từ nhóm bao gồm cacbonat kiềm, canxi hydroxit và phèn.

5. Chất kết cứng nhanh dạng bột theo điểm 1 hoặc 2, còn chứa ít nhất một chất được chọn từ nhóm bao gồm sulfat kim loại kiềm, sulfat kim loại kiềm thổ, và nhôm sulfat.

6. Chất kết cứng nhanh dạng bột theo điểm 4, trong đó phèn là ít nhất một chất được chọn từ nhóm bao gồm phèn kali, phèn natri, và phèn amoni.

7. Chất kết cứng nhanh dạng bột theo điểm 4, chứa cacbonat kiềm với lượng là từ 1 đến 20 phần khối lượng, canxi hydroxit với lượng là từ 5 đến 30 phần khối lượng và phèn với lượng là từ 0,5 đến 30 phần khối lượng trong 100 phần khối lượng của chất kết cứng nhanh dạng bột.

8. Chất kết cứng nhanh dạng bột theo điểm 5, chứa sulfat kim loại kiềm với

lượng là từ 3 đến 25 phần khối lượng trong 100 phần khối lượng của chất kết cứng nhanh dạng bột.

9. Chất kết cứng nhanh dạng bột theo điểm 5, chứa sulfat kim loại kiềm thổ với lượng là từ 10 đến 60 phần khối lượng trong 100 phần khối lượng của chất kết cứng nhanh dạng bột.

10. Chất kết cứng nhanh dạng bột theo điểm 5, chứa nhôm sulfat với lượng là từ 5 đến 25 phần khối lượng trong 100 phần khối lượng của chất kết cứng nhanh dạng bột.

11. Chất kết cứng nhanh dạng bột theo điểm 5, trong đó số lượng hydrat trong nhôm sulfat là từ 5 đến 18.

12. Chất kết cứng nhanh dạng bột theo điểm 5, trong đó diện tích bề mặt riêng theo phương pháp Blaine của sulfat kim loại kiềm thổ là $3000 \text{ cm}^2/\text{g}$ hoặc lớn hơn.

13. Vật liệu kết cứng nhanh được pha chế bằng cách phối trộn chất kết cứng nhanh dạng bột theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 12 trong vữa phun hoặc bê tông phun.

14. Vật liệu kết cứng nhanh theo điểm 13, trong đó vữa phun hoặc bê tông phun chứa xỉ lò cao.

15. Sản phẩm đã tôi cứng vật liệu kết cứng nhanh của sản phẩm đã tôi cứng của vật liệu kết cứng nhanh theo điểm 13 hoặc 14, mà sao cho những vết nứt tồn tại trên bề mặt của nó và có chiều rộng tối đa là 0,1 mm được phục hồi 50% hoặc lớn hơn trong môi trường tiếp xúc với nước trong ít nhất 6 tháng.

16. Phương pháp phun, bao gồm bước trộn và kết hợp vữa phun hoặc bê tông

phun trong khi đang được vận chuyển, với chất kết cứng nhanh dạng bột theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 12 để trở thành dòng hỗn hợp, và bước phun dòng thu được vào đối tượng cần phun.