



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

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

(11)



1-0023417

(51)⁷ C04B 22/06; C04B 22/08; C04B 22/14; (13) B
C04B 7/32; C04B 28/16; C04B 40/00;
C04B 40/02; C04B 103/14; C04B 28/02

(21) 1-2014-01168 (22) 29/08/2012
(86) PCT/JP2012/071898 29/08/2012 (87) WO2013/054604 18/04/2013
(30) 2011-226165 13/10/2011 JP; 2011-289924 28/12/2011 JP
(45) 27/04/2020 385 (43) 25/08/2014 317A
(73) DENKI KAGAKU KOGYO KABUSHIKI KAISHA (JP)
1-1, Nihonhashi-Muromachi 2-chome, Chuo-ku, Tokyo 1038338, Japan
(72) HIGUCHI Takayuki (JP); NGUYEN Phuong Duc (VN); TOMIOKA Shigeru (JP);
YOSHINO Ryoetsu (JP)
(74) Công ty Luật TNHH Phạm và Liên danh (PHAM & ASSOCIATES)

(54) CHẤT PHỤ GIA ĐÔNG CỨNG NHANH VÀ PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT SẢN PHẨM BÊ TÔNG

(57) Sáng chế đề cập đến chất phụ gia đông cứng nhanh và phương pháp sản xuất sản phẩm bê tông, nhờ đó cường độ ban đầu có thể đạt được ngay cả khi sử dụng hỗn hợp xi măng. Chất phụ gia đông cứng nhanh chứa sản phẩm đã được xử lý nhiệt, thu được bằng cách xử lý nhiệt hỗn hợp gồm nguyên liệu thô CaO, nguyên liệu thô CaSO₄ và ít nhất một nguyên liệu thô được chọn từ nhóm chỉ bao gồm nguyên liệu thô Al₂O₃ nguyên liệu thô Fe₂O₃ và nguyên liệu thô SiO₂, và chứa từ 10 đến 70 phần khối lượng vôi tự do, từ 10 đến 50 phần khối lượng hợp chất thủy lực, và từ 10 đến 60 phần khối lượng thạch cao khan, cho tổng 100 phần khối lượng của vôi tự do, hợp chất thủy lực và thạch cao khan. Ngoài ra, sáng chế còn đề cập đến phương pháp sản xuất sản phẩm bê tông bao gồm các bước: kết hợp từ 2 đến 15 phần khối lượng chất phụ gia đông cứng nhanh nêu trên trong 100 phần khối lượng hỗn hợp xi măng gồm xi măng và chất phụ gia đông cứng nhanh, và điều chỉnh nhiệt độ đóng rắn bằng hơi nước từ khi đúc đến khi tháo khuôn bê tông đến nhiệt độ cao nhất là 70°C và độ đóng rắn từ khi đúc đến khi tháo khuôn bê tông là từ 210 đến 320°C.giờ.

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến chất phụ gia đông cứng nhanh dùng cho sản phẩm bê tông để sử dụng trong lĩnh vực xây dựng dân dụng và kỹ thuật, và phương pháp sản xuất sản phẩm bê tông.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Sản phẩm bê tông thường được sản xuất bằng cách đúc bê tông trong khuôn bê tông bằng thép, tiếp theo là đóng rắn sơ bộ và đóng rắn bằng hơi nước để thúc đẩy sự phát triển cường độ bê tông, sau đó làm nguội và dỡ bỏ khuôn bê tông. Khuôn bê tông bằng thép rất đắt tiền, và vì vậy mong muốn sử dụng một khuôn bê tông nhiều lần trong ngày. Tuy nhiên, có hạn chế do cần phải đợi cho bê tông đạt được cường độ nhất định mới có thể tháo khuôn bê tông. Vì vậy, người ta đã tìm cách sản xuất bê tông có khả năng phát triển cường độ chịu nén cao trong khoảng thời gian đóng rắn ngắn (Tài liệu sáng chế 1).

Đã biết (qua tài liệu sáng chế 2, 3, 4 và 5) chất phụ gia đông cứng nhanh chứa chủ yếu vôi tự do, thạch cao khan hoặc sulfat của kim loại kiềm, hoặc hỗn hợp của hợp chất đặc biệt như glyxerin và sulfat của kim loại kiềm. Tuy nhiên, không chất phụ gia nào trong số chúng có được tính năng đầy đủ.

Các giải pháp kỹ thuật đã biết

Các tài liệu sáng chế:

Tài liệu sáng chế 1: JP-A-2000-301.531

Tài liệu sáng chế 2: JP-A-2001-294.460

Tài liệu sáng chế 3: JP-A-20 11 -153 068

Tài liệu sáng chế 4: JP-A-2000-233.959

Tài liệu sáng chế 5: JP-A-2008-519.752

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật

Trong những năm gần đây, để làm giảm ô nhiễm môi trường, ngày càng có nhiều giải pháp sử dụng hỗn hợp xi măng của chất phụ gia như xỉ lò hoặc tro bay được trộn lẫn cùng xi măng. Mục đích là để làm giảm lượng phát thải CO₂, bằng cách giảm clinker xi măng.

Tuy nhiên, hỗn hợp xi măng như vậy có cường độ ban đầu phát triển kém. Do vậy, trong quá trình sản xuất sản phẩm bê tông, mong muốn có chất phụ gia đông cứng nhanh và phương pháp sản xuất có khả năng thúc đẩy sự phát triển cường độ ban đầu. Ngoài ra, còn có vấn đề là trên bề mặt của sản phẩm bê tông có thể hình thành một lớp giòn, được gọi là lớp vữa xi măng.

Mục đích của sáng chế nhằm đề xuất chất phụ gia đông cứng nhanh và phương pháp sản xuất sản phẩm bê tông, nhờ đó ngay cả khi sử dụng hỗn hợp xi măng, vẫn có thể thúc đẩy sự phát triển cường độ ban đầu và ngăn chặn sự tạo thành lớp vữa xi măng.

Cách thức để giải quyết sáng chế.

Sáng chế đề xuất các giải pháp sau.

(1) Chất phụ gia đông cứng nhanh chứa sản phẩm thu được sau khi xử lý nhiệt hỗn hợp gồm nguyên liệu thô CaO, nguyên liệu thô CaSO₄ và ít nhất một nguyên liệu thô được chọn từ nhóm chỉ bao gồm nguyên liệu thô Al₂O₃, nguyên liệu thô Fe₂O₃ và nguyên liệu thô SiO₂ và chứa từ 10 đến 70 phần khối lượng vôi tự do, từ 10 đến 50 phần khối lượng hợp chất thủy lực, và từ 10 đến 60 phần khối lượng thạch cao khan, tính theo tổng 100 phần khối lượng của vôi tự do, hợp chất thủy lực và thạch cao khan.

(2) Chất phụ gia đông cứng nhanh theo mục (1) trên đây, trong đó có diện tích bề mặt riêng Blaine nằm trong khoảng từ 2.500 đến 9.000 cm²/g.

(3) Chất phụ gia đông cứng nhanh theo mục (1) hoặc (2) trên đây, ngoài ra còn chứa ít nhất 40 phần khối lượng xi măng Portland mịn, trong 100 phần khối lượng chất phụ gia đông cứng nhanh.

(4) Chất phụ gia đông cứng nhanh theo mục (3) trên đây, trong đó xi măng Portland mịn có cỡ hạt trung bình nhỏ hơn 6 μm.

(5) Chất phụ gia đông cứng nhanh theo mục (1) hoặc (2) trên đây, ngoài ra còn chứa từ 0,1 đến 10 phần khối lượng glycerin trong 100 phần khối lượng chất phụ gia đông cứng nhanh.

(6) Chất phụ gia đông cứng nhanh theo mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (5) nêu trên, ngoài ra còn chứa vôi tự do mịn và/hoặc thạch cao khan mịn.

(7) Chất phụ gia đông cứng nhanh theo mục bất kỳ trong số các mục từ (1) đến (6), trong đó các hợp chất thủy lực là $3\text{CaO}\cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3\cdot \text{CaSO}_4$, hoặc hỗn hợp của $3\text{CaO}\cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3\cdot \text{CaSO}_4$, $4\text{CaO}\cdot \text{Al}_2\text{O}_3\cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ và $2\text{CaO}\cdot \text{SiO}_2$.

(8) Phương pháp sản xuất sản phẩm bê tông, bao gồm các bước: kết hợp từ 2 đến 15 phần khối lượng chất phụ gia đông cứng nhanh theo mục bất kỳ từ mục (1) đến (7) trên đây trong 100 phần khối lượng hỗn hợp xi măng, chứa xi măng và chất phụ gia đông cứng nhanh, và điều chỉnh nhiệt độ đóng rắn bằng hơi nước từ khi đúc khuôn đến khi tháo khuôn bê tông đến nhiệt độ cao nhất là 70°C , và độ đóng rắn từ khi đúc khuôn đến khi tháo khuôn bê tông là từ 210°C .giờ đến 320°C .giờ.

(9) Phương pháp sản xuất sản phẩm bê tông theo mục (8) trên đây, trong đó xi măng được sử dụng là loại hỗn hợp xi măng chứa xi và/hoặc tro bay.

(10) Sản phẩm bê tông được sản xuất bằng phương pháp sản xuất như được nêu ở mục (8) hay mục (9) trên đây.

Các lợi ích đạt được của sáng chế

Bằng chất phụ gia đông cứng nhanh theo sáng chế này, khi so với những loại ng dụng, độ đóng rắn trở nên ngắn hơn, nhờ đó việc hoàn thiện bề mặt hoặc đóng rắn bằng hơi nước có thể được thực hiện nhanh chóng, cường độ chịu nén quy định có thể được bảo đảm ngay cả khi thời gian đóng rắn ngắn, do cường độ chịu nén có thể được phát triển trong một thời gian ngắn, thậm chí cả khi sử dụng hỗn hợp xi măng, nên có thể tháo khuôn bê tông sớm, và ngoài ra, nó còn có tác dụng ngăn ngừa sự tạo ra lớp vữa xi măng trên bề mặt của sản phẩm bê tông và có tác dụng hạn chế biến dạng do co ngót mà có thể gây nứt.

Mô tả chi tiết sáng chế

Trừ khi có quy định cụ thể, “phần” và “%” được sử dụng trong sáng chế đều tính theo khối lượng nếu không được quy định khác.

Hơn nữa, “bê tông” được sử dụng trong sáng chế này, là một thuật ngữ chung cho hồ xi măng, vữa xi măng và bê tông xi măng.

Sản phẩm đã được xử lý nhiệt theo sáng chế là sản phẩm thu được bằng cách xử lý nhiệt hỗn hợp gồm nguyên liệu thô CaO, nguyên liệu thô CaSO₄ và ít nhất một nguyên liệu thô được chọn từ nhóm chỉ bao gồm nguyên liệu thô Al₂O₃, nguyên liệu thô Fe₂O₃ và nguyên liệu thô SiO₂, trong điều kiện môi trường.

Vôi tự do theo sáng chế này là loại vôi thường được gọi là f-CaO.

Các hợp chất thủy lực theo sáng chế này là Yeelimit (còn gọi là haüyne) có công thức hóa học là 3CaO·3Al₂O₃·CaSO₄, canxi silicat có công thức hóa học là 3CaO·SiO₂ (viết tắt là C₃S) hoặc 2CaO·SiO₂ (viết tắt là C₂S), ferit nhôm canxi có thành phần là 4CaO·Al₂O₃·Fe₂O₃ (viết tắt là C₄AF), 6CaO·2Al₂O₃·Fe₂O₃ (viết tắt là C₆A₂F) hoặc 6CaO·Al₂O₃·Fe₂O₃ (viết tắt là C₆AF), hoặc ferit canxi như 2CaO·Fe₂O₃ (viết tắt là C₂F). Tốt hơn, nếu một hoặc nhiều thành phần trong số chúng có mặt.

Cụ thể, tốt hơn nếu hợp chất thủy lực là ít nhất một thành phần được chọn từ nhóm bao gồm 3CaO·3Al₂O₃·CaSO₄, 4CaO·Al₂O₃·Fe₂O₃ và 2CaO·SiO₂, tốt hơn là có 3CaO·3Al₂O₃·CaSO₄, hoặc hỗn hợp của 3CaO·3Al₂O₃·CaSO₄, 4CaO·Al₂O₃·Fe₂O₃ và 2CaO·SiO₂, đặc biệt tốt là 3CaO·3Al₂O₃·CaSO₄.

Thạch cao khan theo sáng chế là chất có công thức CaSO₄.

Nguyên liệu thô CaO có thể, ví dụ, là đá vôi hoặc vôi tôi. Nguyên liệu thô Al₂O₃ có thể, ví dụ, là bôxít hoặc tro phế thải của xỉ nhôm. Nguyên liệu thô Fe₂O₃ có thể, ví dụ, là xỉ lò đồng hoặc sắt oxit thương phẩm sẵn có. Nguyên liệu thô SiO₂ có thể, ví dụ, là đá silic. Các nguyên liệu thô CaSO₄ có thể, ví dụ, là thạch cao ngậm 2 phân tử nước, thạch cao ngậm nửa phân tử nước hoặc thạch cao khan.

Các nguyên liệu thô đôi khi có thể chứa tạp chất, nhưng các tạp chất như vậy không gây nên vấn đề, miễn là chúng nằm trong phạm vi không làm giảm tác dụng theo sáng chế này. Các tạp chất bao gồm, ví dụ, MgO, TiO₂, ZrO₂, MnO, P₂O₅, Na₂O, K₂O, Li₂O, lưu huỳnh, flo, clo, v.v..

Các phương pháp xử lý nhiệt hỗn hợp gồm nguyên liệu thô CaO, nguyên liệu thô CaSO₄ và ít nhất một nguyên liệu thô được chọn từ nhóm bao gồm nguyên liệu thô Al₂O₃, nguyên liệu thô Fe₂O₃ và nguyên liệu thô SiO₂, không bị giới hạn cụ thể. Ví

dụ, bằng lò nung hoặc lò đốt điện, thực hiện đốt ở nhiệt độ ưu tiên là từ 1.000 đến 1.600°C, tốt hơn là từ 1.200 đến 1.500°C. Nếu nhiệt độ thấp hơn 1000°C, có thể dẫn đến việc khó đảm bảo độ lỏng của bê tông ngay sau khi trộn, hoặc dẫn đến sự phát triển không đủ của cường độ ban đầu, và nếu nó vượt quá 1.600 °C, có thể làm cho thạch cao khan bị phân hủy, hoặc dẫn đến sự phát triển không đủ của cường độ ban đầu. Thời gian xử lý nhiệt có thể phụ thuộc vào nhiệt độ, nhưng thời gian duy trì ở nhiệt độ tối đa ưu tiên là từ 0 đến 2,0 giờ, tốt hơn là từ 0,25 đến 1,75 giờ.

Hàm lượng của các thành phần tương ứng trong sản phẩm đã được xử lý nhiệt thu được theo cách này, ưu tiên là nằm trong các khoảng sau đây. Hàm lượng của vôi tự do là từ 10 đến 70 phần, tốt nhất từ 20 đến 60 phần, trong tổng lượng 100 phần vôi tự do, hợp chất thủy lực và thạch cao khan. Hàm lượng của các hợp chất thủy lực là từ 10 đến 50 phần, ưu tiên là từ 20 đến 30 phần, trong tổng lượng 100 phần vôi tự do, hợp chất thủy lực và thạch cao khan. Hàm lượng của thạch cao khan là từ 10 đến 60 phần, ưu tiên là từ 20 đến 50 phần, trong tổng lượng 100 phần vôi tự do, hợp chất thủy lực và thạch cao khan.

Ngoài ra, ưu tiên là xử lý các chất phụ gia đông cứng nhanh với khí cacbon đioxit để tạo thành canxi cacbonat trong chất phụ gia đông cứng nhanh, để đảm bảo độ lún sụt ngay sau khi trộn. Hàm lượng của cacbonat canxi ưu tiên là từ 0,1 đến 10 phần, tốt hơn là từ 1 đến 5 phần, trong tổng lượng 100 phần vôi tự do, hợp chất thủy lực và thạch cao khan. Nếu các hàm lượng nằm ngoài khoảng trên, có thể làm cho làm cho sự cải thiện độ lún sụt ngay sau khi trộn kém đi, hoặc làm cho sự phát triển cường độ thấp.

Hàm lượng của các thành phần tương ứng trên có thể được xác định bằng phương pháp phân tích thông thường. Ví dụ, mẫu nghiền mịn có thể được đưa vào thiết bị nhiễu xạ tia X mẫu bột, bằng thiết bị này có thể xác định được các khoáng chất tạo nên mẫu và đồng thời để phân tích các dữ liệu bằng phương pháp Rietveld để xác định định lượng các thành phần tương ứng. Hơn nữa, có thể tính được lượng của các thành phần tương ứng bằng cách tính toán trên cơ sở các thành phần hóa học và các kết quả nhận dạng chất bằng nhiễu xạ tia X mẫu bột. Hàm lượng của cacbonat canxi có thể được định lượng dựa trên sự thay đổi trọng lượng do quá trình decacbon hóa của cacbonat canxi trong các thiết bị, ví dụ như phân tích cân bằng nhiệt vi sai (TG-

DTA), hoặc phân tích nhiệt vi sai (DSC).

Mức độ mịn của chất phụ gia đông cứng nhanh theo sáng chế ưu tiên là từ 2.500 đến 9.000 cm²/g, tốt hơn là từ 3.500 đến 9.000 cm²/g, theo diện tích bề mặt riêng Blaine. Nếu nó thấp hơn 2.500 cm²/g, có thể là không đủ đáp ứng cho sự gia tăng cường độ ban đầu, hoặc sau đó tiếp tục phát triển trong một thời gian dài làm giảm cường độ. Mặt khác, nếu nó vượt quá 9.000 cm²/g, có thể làm cho độ lỏng của bê tông trở nên kém.

Trong chất phụ gia đông cứng nhanh theo sáng chế, ưu tiên là kết hợp xi măng Portland mịn và/hoặc vôi tự do mịn và/hoặc thạch cao khan mịn vào sản phẩm đã được xử lý nhiệt có chứa vôi tự do, hợp chất thủy lực và thạch cao khan, thu được bằng cách xử lý nhiệt hỗn hợp gồm nguyên liệu thô CaO, nguyên liệu thô Al₂O₃ và ít nhất một nguyên liệu thô được chọn từ nhóm chỉ bao gồm nguyên liệu thô Al₂O₃, nguyên liệu thô Fe₂O₃ và nguyên liệu thô SiO₂, nhờ đó sự phát triển của cường độ ban đầu sẽ được cải thiện.

Xi măng Portland mịn có cỡ hạt trung bình được ưu tiên lớn nhất là 6 μm và nhỏ nhất là 0,1 μm. Cỡ hạt trung bình có thể được đo bởi thiết bị đo phân bố cỡ hạt nhiễu xạ tia laze.

Xi măng Portland mịn có thể sử dụng là một trong các loại thu được bằng cách nghiền nhỏ và phân loại một trong số các loại xi măng Portland bất kỳ như: xi măng Portland thông thường, xi măng Portland có cường độ phát sinh sớm cao, xi măng Portland có cường độ phát sinh sớm siêu cao, xi măng Portland tỏa nhiệt thấp và xi măng Portland tỏa nhiệt trung bình. Tỷ lệ kết hợp của xi măng Portland mịn không có giới hạn cụ thể, nhưng tốt hơn thường là 40 phần, tốt hơn là từ 10 đến 30 phần, trong tổng lượng 100 phần vôi tự do, hợp chất thủy lực, thạch cao khan và xi măng Portland mịn. Nếu xi măng Portland mịn được kết hợp theo tỷ lệ trên 40 phần, có thể làm cho cường độ/độ bền ra ban đầu trở nên thấp.

Vôi tự do mịn có thể sử dụng được là đá vôi nung nghiền nhỏ hoặc vôi tôi. Cỡ hạt trung bình ưu tiên là 20 μm, tốt hơn là 15 μm, và được ưu tiên thường ít nhất là 0,1 μm.

Thạch cao mịn có thể sử dụng là các loại thu được bằng cách nghiền nhỏ các vật liệu như, ví dụ thạch cao tự nhiên khan, thạch cao ngậm 2 phân tử nước hoặc thạch

cao ngậm nửa phân tử nước. Cỡ hạt trung bình là tốt nhất 20 μm , tốt hơn là 15 μm , và được ưu tiên thông thường là ít nhất 0,1 μm .

Tỷ lệ kết hợp của vôi tự do mịn và/hoặc thạch cao khan mịn không bị giới hạn cụ thể, nhưng thường ưu tiên cao nhất là 60 phần trong 100 phần tổng lượng sản phẩm đã được xử lý nhiệt và vôi tự do mịn và/hoặc thạch cao khan mịn. Nếu thành phần này vượt quá 60 phần, có thể làm cho là độ lỏng của bê tông bị giảm, gây khó khăn cho việc điền đầy bê tông trong khuôn bê tông, hoặc làm cho cường độ ban đầu quá thấp. Hơn nữa, tỷ lệ vôi tự do mịn và/hoặc thạch cao khan mịn dùng để kết hợp, tốt nhất là chiếm ít nhất 10 phần trong 100 phần tổng lượng sản phẩm đã được xử lý nhiệt và vôi tự do mịn và/hoặc thạch cao khan mịn.

Theo sáng chế này, cỡ hạt trung bình của xi măng Portland mịn, vôi tự do mịn hoặc thạch cao khan mịn được đo bằng thiết bị đo phân bố hạt nhiều xạ tia laze, trong trạng thái phân tán bởi thiết bị siêu âm.

Với chất phụ gia đông cứng nhanh theo sáng chế, có thể cải thiện sự phát triển của cường độ ban đầu bằng cách bổ sung glyxerin vào sản phẩm đã được xử lý nhiệt, thu được bằng cách xử lý nhiệt hỗn hợp nguyên liệu thô CaO, nguyên liệu thô CaSO_4 và ít nhất một nguyên liệu thô được chọn từ nhóm chỉ bao gồm nguyên liệu thô Al_2O_3 , nguyên liệu thô Fe_2O_3 và nguyên liệu thô SiO_2 , hoặc vào hỗn hợp có xi măng Portland mịn và/hoặc vôi tự do mịn và/hoặc thạch cao khan mịn được bổ sung vào sản phẩm đã được xử lý nhiệt.

Glyxerin được sử dụng trong sáng chế này là một hợp chất tương ứng với công thức hóa học là $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$, hay được biết dưới tên gọi hóa học là 1,2,3-propanetriol hoặc glycerol.

Tỷ lệ glyxerin được bổ sung vào sản phẩm đã được xử lý nhiệt không bị giới hạn cụ thể, nhưng ưu tiên là từ 0,1 đến 10 phần, tốt hơn là từ 1 đến 5 phần, trong tổng lượng 100 phần sản phẩm đã được xử lý nhiệt hoặc hỗn hợp có xi măng Portland mịn và/hoặc vôi tự do mịn và/hoặc thạch cao khan mịn thêm vào sản phẩm đã được xử lý nhiệt, và glyxerin. Nếu nó nhỏ hơn 0,1 phần, có thể làm cho không thể đạt được tác dụng làm tăng cường độ ban đầu hoặc để ngăn chặn sự tạo ra vữa xi măng, và nếu nó vượt quá 10 phần, có thể làm cho độ lỏng của bê tông kém đi.

Hơn nữa, từ khía cạnh phát triển cường độ/độ bền, ưu tiên là bổ sung glyxerin vào

sản phẩm đã được xử lý nhiệt hoặc vào hỗn hợp của sản phẩm đã được xử lý nhiệt với xi măng Portland mịn và/hoặc vôi tự do mịn và/hoặc thạch cao khan mịn, sau đó được nghiền đồng thời để glyxerin bám trên bề mặt của sản phẩm nghiền mịn.

Số lượng chất phụ gia đông cứng nhanh theo sáng chế được sử dụng, thay đổi tùy thuộc vào phối liệu bê tông cụ thể và không bị giới hạn cụ thể, nhưng thường là từ 2 đến 15 phần, ưu tiên là từ 5 đến 12 phần, trong 100 phần thành phần xi măng chứa xi măng và chất phụ gia đông cứng nhanh. Khi lượng chất phụ gia đông cứng nhanh nằm trong khoảng này, có thể đạt được tác dụng tăng cường độ chịu nén.

Xi măng được sử dụng trong sáng chế này có thể bao gồm nhiều loại khác nhau có thể được kể đến như: xi măng Portland thông thường, xi măng Portland có cường độ phát sinh sớm cao, xi măng Portland có cường độ phát sinh sớm siêu cao, xi măng Portland tỏa nhiệt thấp và xi măng Portland tỏa nhiệt trung bình nhiệt, các hỗn hợp xi măng khác nhau có ít nhất một thành phần được chọn từ nhóm bao gồm xỉ lò, tro bay và silic oxit được trộn vào, và xi măng độn có bổ sung bột đá vôi, v.v... Trong số các loại xi măng này, ưu tiên sử dụng loại hỗn hợp xi măng, nhờ đó có thể làm giảm đi các vấn đề về môi trường, và có hiệu quả gia tăng cường độ/độ bền cao khi chất phụ gia đông cứng nhanh theo sáng chế được sử dụng. Xi măng được đặc biệt tốt để sử dụng trong sáng chế này là hỗn hợp xi măng chứa xỉ và/hoặc tro bay.

Các điều kiện đông kết bê tông từ khi đúc đến khi tháo khuôn bê tông theo sáng chế được thiết lập một cách ưu tiên như sau. Nhiệt độ đóng rắn bằng hơi nước cho bê tông từ khi đúc đến khi tháo khuôn bê tông cao nhất là 70 °C, ưu tiên là cao nhất 60 °C. Nếu đông kết ở nhiệt độ vượt quá 70 °C, bê tông có thể có vết nứt. Hơn nữa, thông thường, đóng rắn bằng hơi nước ở nhiệt độ thấp nhất được ưu tiên là 40 °C.

Hơn nữa, ưu tiên là thiết lập độ đóng rắn cho bê tông từ khi đúc đến khi tháo khuôn bê tông là từ 210 đến 320 °C.giờ. Ở đây, độ đóng rắn được xác định theo công thức sau.

$$\text{Độ đóng rắn } M = \Sigma (T + 10) \Delta t$$

T: Nhiệt độ của bê tông tại thời điểm Δt

Δt : Thời gian từ khi đúc (giờ)

Nếu độ đóng rắn dưới 210 °C.giờ, có thể dẫn đến sự phát triển không đầy đủ của cường độ chịu nén, do vậy không thể tháo khuôn bê tông, và nếu nó vượt quá

320 °C.giờ, cần phải tốn nhiều thời gian cho sản xuất, như vậy là bất lợi về kinh tế. Độ đông rắn từ khi đúc đến khi tháo khuôn bê tông ưu tiên là từ 230 đến 300 °C.giờ.

Theo sáng chế, nó có thể kết hợp không chỉ cát, sỏi mà còn có thể kết hợp tác nhân khử nước, tác nhân khử nước hiệu năng cao, tác nhân khử nước AE, tác nhân khử nước AE hiệu năng cao, chất hóa lỏng, tác nhân khử bọt, chất làm đặc, tác nhân chống ăn mòn, tác nhân chống đóng băng, tác nhân giảm co ngót, polyme nhũ tương, chất cải biến đông kết, tác nhân đông kết nhanh cho xi măng, khoáng sét như bentonit, chất trao đổi ion như zeolit, bột silic oxit mịn, canxi cacbonat, canxi hydroxit, thạch cao, canxi silicat, sợi thép, v.v.. Vật liệu hữu cơ, vật liệu sợi như sợi vinylon, chất xơ acrylic, sợi cacbon, v.v., cũng có thể được sử dụng.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Sáng chế sẽ được mô tả chi tiết bằng cách viện dẫn đến các ví dụ và ví dụ so sánh dưới đây, nhưng phạm vi của sáng chế không bị giới hạn ở các ví dụ này.

Ví dụ thử nghiệm 1

Khi được xác định trong thuật ngữ “các nguyên liệu được sử dụng” sau đây, nguyên liệu thô CaO, nguyên liệu thô CaSO₄, và ít nhất một nguyên liệu thô được chọn từ nhóm chỉ bao gồm các Al₂O₃ nguyên liệu, Fe₂O₃ nguyên liệu và SiO₂ nguyên liệu, được trộn đều. Hỗn hợp thu được được xử lý nhiệt ở 1350 °C trong 0,5 giờ bằng lò điện trong môi trường không khí, và các sản phẩm đã được xử lý nhiệt thu được được nghiền mịn bằng máy nghiền bi để chế tạo chất phụ gia đông cứng nhanh (A đến H). Ngoài ra, chất phụ gia đông cứng nhanh (I) có xi măng Portland thông thường được bổ sung thêm vào sản phẩm nghiền mịn từ sản phẩm đã được xử lý nhiệt, được chế tạo. Thêm vào đó, các chất phụ gia đông cứng nhanh (a đến t) có glycerin được bổ sung vào sản phẩm đã được xử lý nhiệt hoặc hỗn hợp của các sản phẩm đã được xử lý nhiệt với vôi tự do mịn và thạch cao khan mịn, sau đó được nghiền trong máy nghiền bi, được chế tạo.

Hơn nữa, như được nêu trong Bảng 1, các sản phẩm thương mại A đến C của chất phụ gia đông cứng nhanh hay vật liệu giãn nở, chất phụ gia đông cứng nhanh (J) có xi măng Portland thông thường mịn được bổ sung vào sản phẩm thương mại B, một mẫu

có glycerin được bổ sung vào sản phẩm thương mại A, và một mẫu chỉ được bổ sung glycerin, được sử dụng làm các ví dụ so sánh.

Với các sản phẩm đã được xử lý nhiệt, hỗn hợp và hàm lượng của các thành phần tương ứng được xác định bằng nhiễu xạ tia X mẫu bột và các phân tích nguyên tố.

Hỗn hợp phối trộn cơ bản của bê tông được điều chỉnh để sao cho có lượng đơn vị của nước là 145 kg/m^3 , lượng đơn vị của xi măng là 440 kg/m^3 , lượng đơn vị chất phụ gia đông cứng nhanh là 30 kg/m^3 ($0,9 \text{ kg/m}^3$ trong trường hợp bổ sung glycerin vào sản phẩm thương mại A hoặc chỉ bổ sung glycerin), tác nhân khử nước là $2,5 \text{ kg/m}^3$, s/a là 39,4% và lượng không khí là 4,5 %, và nhiệt độ môi trường là 20°C , độ sụt lún và thời gian đông rắn được đo khi thay đổi các loại chất phụ gia đông cứng nhanh như được nêu trong Bảng 1.

Sau đó, bê tông được đổ đầy vào khuôn bê tông, để yên ở nhiệt độ 20°C trong khoảng thời gian đông rắn sơ bộ là 40 phút, được nâng nhiệt độ trong 30 phút, giữ ở nhiệt độ tối đa là 50°C trong 3 giờ và làm mát trong 30 phút, và sau đó, khuôn bê tông được tháo. Cường độ chịu nén được đo ngay sau khi tháo khuôn bê tông và sau khi đông kết trong không khí ở nhiệt độ 20°C . Ngoài ra, sự xuất hiện hay không xuất hiện của vữa xi măng trên bề mặt bê tông và sự thay đổi chiều dài được đánh giá. Các kết quả được nêu trong bảng 1.

Chất phụ gia đông cứng nhanh được kết hợp làm chất thay thế cho chất kết tụ, và nghiên cứu liên quan đến tổ hợp không chứa chất phụ gia đông cứng nhanh kết hợp vào cũng được thực hiện.

(Các nguyên liệu được sử dụng)

Nguyên liệu thô CaO: Cacbonat canxi (bột đá vôi mịn), mắt sàng 100, sản phẩm thương mại

Nguyên liệu thô Al_2O_3 : Bauxit, tỷ lệ lọt mắt sàng $90 \mu\text{m}$: 100%, sản phẩm thương mại

Nguyên liệu thô Fe_2O_3 : Bột sắt oxit, diện tích bề mặt riêng Blaine: $3.000 \text{ cm}^2/\text{g}$, sản phẩm thương mại

Nguyên liệu thô SiO_2 : Bột silic oxit, diện tích bề mặt riêng Blaine: $3.000 \text{ cm}^2/\text{g}$, sản phẩm thương mại

Nguyên liệu thô CaSO_4 : Thạch cao ngậm 2 phân tử nước, diện tích bề mặt riêng

Blaine: 5.000 cm²/g, sản phẩm thương mại

Xi măng: Xi măng Portland thông thường, sản phẩm thương mại, mật độ: 3,16 g/cm³

Xi măng Portland thông thường mịn: Cỡ hạt trung bình: 3 µm, mật độ: 3,16 g/cm³

Vôi tự do mịn (1): hàm lượng CaO: 97%, cỡ hạt trung bình: 10 µm, sản phẩm thương mại

Thạch cao khan mịn (1): Thạch cao tự nhiên khan, cỡ hạt trung bình: 8 µm, sản phẩm thương mại

Vôi tự do mịn (2): hàm lượng CaO: 97%, cỡ hạt trung bình: 18 µm, sản phẩm thương mại

Thạch cao khan mịn (2): Thạch cao tự nhiên khan, cỡ hạt trung bình: 15 µm, sản phẩm thương mại

Glyxerin: sản phẩm thương mại, glyxerin tinh khiết

Cát: cát tiêu theo chuẩn JIS

Nước: Nước máy

Chất kết tụ mịn: Sản phẩm của Himekawa, Niigata-ken, Nhật Bản, nhỏ hơn 5 mm, mật độ: 2,62 g/cm³

Chất kết tụ : Sản phẩm của Himekawa, Niigata-ken, Nhật Bản, nhỏ hơn 25 mm, mật độ: 2,64 g/cm³

Tác nhân khử nước: Axit naphthalen sulfonic, tên thương mại "Mighty 150", được sản xuất bởi Công ty Kao

Chất phụ gia đông cứng nhanh A: 21 phần vôi tự do, 32 phần Yeelimit, 47 phần thạch cao khan, mật độ: 2,90 g/cm³, diện tích bề mặt riêng Blaine: 3.500 cm²/g

Chất phụ gia đông cứng nhanh B: là hỗn hợp có chất phụ gia đông cứng nhanh A nghiền mịn đến diện tích bề mặt riêng Blaine 6.000 cm²/g

Chất phụ gia đông cứng nhanh C: là hỗn hợp có chất phụ gia đông cứng nhanh A nghiền mịn đến diện tích bề mặt riêng Blaine 9.000 cm²/g

Chất phụ gia đông cứng nhanh D: 32 phần vôi tự do, 21 phần Yeelimit, 5 phần C₄AF, 5 phần C₂S, 37 phần thạch cao khan, mật độ: 2,98 g/cm³, diện tích bề mặt riêng Blaine: 3.500 cm²/g

Chất phụ gia đông cứng nhanh E: 50 phần vôi tự do, 10 phần Yeelimit, 5 phần

C_4AF , 5 phần C_2S , 30 phần thạch cao khan, mật độ: $3,05 \text{ g/cm}^3$, diện tích bề mặt riêng Blaine: $3.500 \text{ cm}^2/\text{g}$

Chất phụ gia đông cứng nhanh F: được tổng hợp bằng cách đặt chất phụ gia đông cứng nhanh A trong một nồi nung bằng nhôm, đưa vào lò điện, gia nhiệt và cho phản ứng ở nhiệt độ 600°C trong 30 phút với sự lưu ng khí cacbon đioxit ở tốc độ 0.05 lít/phút cho mỗi lít thể tích trong của lò điện. Gồm có: 20 phần vôi tự do, 32 phần Yeelimit, 47 phần thạch cao khan, 1 phần cacbonat canxi, mật độ: 2.90 g/cm^3 , diện tích bề mặt riêng Blaine: $6.000 \text{ cm}^2/\text{g}$

Chất phụ gia đông cứng nhanh G: 70 Phần vôi tự do, 20 phần Yeelimit, 10 phần thạch cao khan, mật độ: $3,20 \text{ g/cm}^3$, diện tích bề mặt riêng Blaine: $3.500 \text{ cm}^2/\text{g}$

Chất phụ gia đông cứng nhanh H: 10 phần vôi tự do, 50 phần Yeelimit, 40 phần thạch cao khan, mật độ: $2,85 \text{ g/cm}^3$, diện tích bề mặt riêng Blaine: $3.500 \text{ cm}^2/\text{g}$

Chất phụ gia đông cứng nhanh I: Kết hợp 20 phần xi măng Portland thông thường mịn có cỡ hạt trung bình $3 \mu\text{m}$ vào 80 phần chất phụ gia đông cứng nhanh A. Mật độ: $2,95 \text{ g/cm}^3$, diện tích bề mặt riêng Blaine: $4,4 \text{ cm}^2/\text{g}$

Chất phụ gia đông cứng nhanh J: đến 80 phần sản phẩm thương mại B, 20 phần xi măng Portland thường có cỡ hạt trung bình $3 \mu\text{m}$. Mật độ: 2.95 g/cm^3 , diện tích bề mặt riêng Blaine: $4.400 \text{ cm}^2/\text{g}$

Chất phụ gia đông cứng nhanh a: là hỗn hợp có 97 phần sản phẩm đã được xử lý nhiệt bao gồm 21 phần vôi tự do, 32 phần Yeelimit và 47 phần thạch cao khan, và 3 phần glycerin, được trộn đều và nghiền mịn để điều chỉnh diện tích bề mặt riêng Blaine đến $3.500 \text{ cm}^2/\text{g}$

Chất phụ gia đông cứng nhanh b: là hỗn hợp có 97 phần sản phẩm đã được xử lý nhiệt được sử dụng cho chất phụ gia đông cứng nhanh A, và 3 phần glycerin, được trộn đều và nghiền mịn để điều chỉnh diện tích bề mặt riêng Blaine đến $6.000 \text{ cm}^2/\text{g}$

Chất phụ gia đông cứng nhanh c: là hỗn hợp có 97 phần sản phẩm đã được xử lý nhiệt được sử dụng cho chất phụ gia đông cứng nhanh A, và 3 phần glycerin, được trộn đều và nghiền mịn để điều chỉnh diện tích bề mặt riêng Blaine đến $9.000 \text{ cm}^2/\text{g}$

Chất phụ gia đông cứng nhanh d: là hỗn hợp có 97 phần sản phẩm đã được xử lý nhiệt bao gồm 30 phần vôi tự do, 20 phần Yeelimit, 5 phần C_4AF , 5 phần C_2S và 40 phần thạch cao khan, và 3 phần glycerin, được trộn đều và nghiền mịn để điều chỉnh

diện tích bề mặt riêng Blaine đến $3.500 \text{ cm}^2/\text{g}$

Chất phụ gia đông cứng nhanh e: là hỗn hợp có 97 phần sản phẩm đã được xử lý nhiệt bao gồm 50 phần vôi tự do, 10 phần Yeelimit, 5 phần C_4AF , 5 phần C_2S và 30 phần thạch cao khan, và 3 phần glycerin, được trộn đều và nghiền mịn để điều chỉnh diện tích bề mặt riêng Blaine đến $3.500 \text{ cm}^2/\text{g}$

Chất phụ gia đông cứng nhanh f: là hỗn hợp có 97 phần sản phẩm đã được xử lý nhiệt bao gồm 30 phần vôi tự do, 10 phần Yeelimit và 60 phần thạch cao khan, và 3 phần glycerin, được trộn đều và nghiền mịn để điều chỉnh diện tích bề mặt riêng Blaine đến $4.000 \text{ cm}^2/\text{g}$

Chất phụ gia đông cứng nhanh g: là hỗn hợp có 97 phần sản phẩm đã được xử lý nhiệt bao gồm 70 phần vôi tự do, 20 phần Yeelimit và 10 phần thạch cao khan (diện tích bề mặt riêng Blaine: $3.500 \text{ cm}^2/\text{g}$), và 3 phần glycerin, được trộn đều và nghiền mịn để điều chỉnh diện tích bề mặt riêng Blaine $3,500 \text{ cm}^2/\text{g}$

Chất phụ gia đông cứng nhanh h: là hỗn hợp có 97 phần sản phẩm đã được xử lý nhiệt bao gồm 10 phần vôi tự do, 50 phần Yeelimit và 40 phần thạch cao khan, và 3 phần glycerin, được trộn đều và nghiền mịn để điều chỉnh diện tích bề mặt riêng Blaine đến $3.500 \text{ cm}^2/\text{g}$

Chất phụ gia đông cứng nhanh i: là hỗn hợp thu được bằng cách nghiền sản phẩm đã được xử lý nhiệt bao gồm 21 phần vôi tự do, 32 phần Yeelimit và 47 phần thạch cao khan đến diện tích bề mặt riêng Blaine $3.500 \text{ cm}^2/\text{g}$, và trộn đều 97 phần sản phẩm nghiền mịn với 3 phần glycerin

Chất phụ gia đông cứng nhanh j: là hỗn hợp có 70 phần sản phẩm đã được xử lý nhiệt bao gồm 21 phần vôi tự do, 32 phần Yeelimit và 47 phần thạch cao khan, 13,5 phần vôi tự do mịn (1), 13,5 phần thạch cao khan mịn (1), và 3 phần glycerin, được trộn đều và nghiền mịn để điều chỉnh diện tích bề mặt riêng Blaine đến $6.000 \text{ cm}^2/\text{g}$

Chất phụ gia đông cứng nhanh k: là hỗn hợp có 50 phần sản phẩm đã được xử lý nhiệt bao gồm 21 phần vôi tự do, 32 phần Yeelimit và 47 phần thạch cao khan, 23,5 phần vôi tự do mịn (1), 23,5 phần thạch cao khan mịn (1), và 3 phần glycerin, được trộn đều và nghiền mịn để điều chỉnh diện tích bề mặt riêng Blaine đến $6.000 \text{ cm}^2/\text{g}$

Chất phụ gia đông cứng nhanh l: là hỗn hợp có 40 phần sản phẩm đã được xử lý nhiệt bao gồm 21 phần vôi tự do, 32 phần Yeelimit và 47 phần thạch cao khan, 28,5

phần vôi tự do mịn (1), 28 0,5 phần thạch cao khan mịn (1), và 3 phần glyxerin, được trộn đều và nghiền mịn để điều chỉnh diện tích bề mặt riêng Blaine đến $6.000 \text{ cm}^2/\text{g}$

Chất phụ gia đông cứng nhanh m: là hỗn hợp có 30 phần sản phẩm đã được xử lý nhiệt bao gồm 21 phần vôi tự do, 32 phần Yeelimit và 47 phần thạch cao khan, 33,5 phần vôi tự do mịn (1), 33,5 phần thạch cao khan mịn (1), và 3 phần glyxerin, được trộn đều và nghiền mịn để điều chỉnh diện tích bề mặt riêng Blaine đến $6.000 \text{ cm}^2/\text{g}$

Chất phụ gia đông cứng nhanh n: là hỗn hợp có 48,5 phần vôi tự do mịn (1), 48,5 phần thạch cao khan mịn (1), và 3 phần glyxerin, được trộn đều và nghiền mịn để điều chỉnh diện tích bề mặt riêng Blaine đến $5.000 \text{ cm}^2/\text{g}$

Chất phụ gia đông cứng nhanh o: là hỗn hợp có 50 phần sản phẩm đã được xử lý nhiệt bao gồm 21 phần vôi tự do, 32 phần Yeelimit và 47 phần thạch cao khan, 47 phần vôi tự do mịn (1), và 3 phần glyxerin, được trộn đều và nghiền mịn để điều chỉnh diện tích bề mặt riêng Blaine đến $6.000 \text{ cm}^2/\text{g}$

Chất phụ gia đông cứng nhanh p: là hỗn hợp có 50 phần sản phẩm đã được xử lý nhiệt bao gồm 21 phần vôi tự do, 32 phần Yeelimit và 47 phần thạch cao khan, 47 phần thạch cao khan mịn (1), và 3 phần glyxerin, được trộn đều và nghiền mịn để điều chỉnh diện tích bề mặt riêng Blaine đến $6.000 \text{ cm}^2/\text{g}$

Chất phụ gia đông cứng nhanh q: là hỗn hợp có 50 phần sản phẩm đã được xử lý nhiệt bao gồm 21 phần vôi tự do, 32 phần Yeelimit và 47 phần thạch cao khan, 2 3.5 phần mỹ vôi tự do (2), 2 3.5 (2) phần thạch cao khan mịn, và 3 phần glyxerin, được trộn đều và nghiền mịn để điều chỉnh diện tích bề mặt riêng Blaine đến $6.000 \text{ cm}^2/\text{g}$

Chất phụ gia đông cứng nhanh r: là hỗn hợp có 99,9 phần sản phẩm đã được xử lý nhiệt bao gồm 21 phần vôi tự do, 32 phần Yeelimit và 47 phần thạch cao khan, và 0,1 phần glyxerin, được trộn đều và nghiền mịn để điều chỉnh diện tích bề mặt riêng Blaine đến $3.500 \text{ cm}^2/\text{g}$

Chất phụ gia đông cứng nhanh s: là hỗn hợp có 99 phần sản phẩm đã được xử lý nhiệt bao gồm 21 phần vôi tự do, 32 phần Yeelimit và 47 phần thạch cao khan, và 1 phần glyxerin, được trộn đều và nghiền mịn để điều chỉnh diện tích bề mặt riêng Blaine đến $3.500 \text{ cm}^2/\text{g}$

Chất phụ gia đông cứng nhanh t: là hỗn hợp có 90 phần sản phẩm đã được xử lý nhiệt bao gồm 21 phần vôi tự do, 32 phần Yeelimit và 47 phần thạch cao khan, và 10

phần glycerin, được trộn đều và nghiền mịn để điều chỉnh diện tích bề mặt riêng Blaine đến $3.500 \text{ cm}^2/\text{g}$

Sản phẩm thương mại A: Chất phụ gia đông cứng nhanh sẵn có trên thị trường bao gồm 50 phần vôi, 20 phần canxi silicat và 30 phần thạch cao khan. Diện tích bề mặt riêng Blaine: $4.500 \text{ cm}^2/\text{g}$. Thạch cao khan được bổ sung vào clinke sau.

Sản phẩm thương mại B: Chất phụ gia trương nở loại Ettringit, mật độ: $2,95 \text{ g/cm}^3$, diện tích bề mặt riêng Blaine: $2.800 \text{ cm}^2/\text{g}$

Sản phẩm thương mại C: Chất phụ gia trương nở hỗn hợp Ettringit-vôi, mật độ: $3,08 \text{ g/cm}^3$, diện tích bề mặt riêng Blaine: $2.800 \text{ cm}^2/\text{g}$

(Phương pháp thử)

Thử nghiệm đông kết: Thực hiện theo tiêu chuẩn JIS A-1147. Thời gian bắt đầu đông kết được đo, và lấy bê tông không có chất phụ gia đông cứng nhanh làm mẫu chuẩn, hiệu quả thúc đẩy quá trình đông kết được đánh giá.

Độ lún sụt: Theo tiêu chuẩn JIS A-1101

Cường độ chịu nén: Theo tiêu chuẩn JIS A-1108

Sự xuất hiện hay không xuất hiện của vữa xi măng: Tình trạng của vữa xi măng tạo ra trên bề mặt của mẫu thử nghiệm để đo cường độ chịu nén được đánh giá trực quan. Nếu vữa xi măng được quan sát thấy ở hơn 30% bề mặt của mẫu thử nghiệm được xếp loại $\times$, nếu vữa xi măng được quan sát thấy từ 10 đến 30% bề mặt của mẫu thử nghiệm được xếp loại Δ , và trường hợp vữa xi măng được quan sát thấy ở khoảng từ 0 đến 10% bề mặt của mẫu thử nghiệm được xếp loại $\circ$.

Biến thiên độ dài: Theo tiêu chuẩn JIS A-1129. Sau khi được loại bỏ khỏi khuôn bê tông, mẫu thử nghiệm được đặt trong nước ở 20°C , và ổn định nhiệt độ. Sau 1 ngày, chiều dài cơ sở được đo. Tiếp theo, mẫu được đông kết trong nước ở 20°C cho đến 7 ngày, sau đó, làm khô và đông kết trong không khí ở nhiệt độ phòng là 20°C dưới độ ẩm tương đối 60%, và biến dạng co ngót tạo ra trong bê tông đo sau 56 ngày.

Bảng 1

Thứ nghị số	Chất phụ gia đồng cứng nhanh	Độ lún sút (cm)	Hiệu quả thúc đẩy quá trình đông kết (giờ)	Cường độ chịu nén (N/mm ²)		Tỷ lệ cường độ chịu nén với mẫu không có chất phụ gia đồng cứng nhanh kết hợp		Lớp vữa xi măng	Biến thiên độ dài ($\times 10^{-6}$)	Ghi chú
				Sau khi tháo khuôn bê tông	Sau 7 ngày	Sau khi tháo khuôn bê tông	Sau 7 ngày			
1-1	A	11	0,2	18,4	55,0	1,7	1,2	Δ	-560	Ví dụ
1-2	B	11	0,3	21,9	59,5	2,0	1,3	Δ	-540	Ví dụ
1-3	C	9	0,5	22,5	59,0	2,0	1,3	Δ	-520	Ví dụ
1-4	D	11	0,2	17,1	57,5	1,6	1,3	Δ	-550	Ví dụ
1-5	E	12	0	16,9	54,3	1,5	1,2	Δ	-550	Ví dụ
1-6	F	13	0	18,8	59,1	1,7	1,3	Δ	-540	Ví dụ
1-7	G	11	0,3	17,2	54,4	1,6	1,2	Δ	-550	Ví dụ
1-8	H	12	0,3	17,5	58,6	1,6	1,3	Δ	-540	Ví dụ
1-9	I	11	0,5	21,5	58,9	2,0	1,3	Δ	-510	Ví dụ
1-10	J	11	0,1	17,7	56,6	1,6	1,2	Δ	-560	Ví dụ
1-11	a	11	0,9	22,6	58,3	2,1	1,3	○	-520	Ví dụ
1-12	b	10	1,5	23,5	59,0	2,1	1,3	○	-490	Ví dụ
1-13	c	9	1,8	24,3	58,6	2,2	1,3	○	-480	Ví dụ
1-14	d	11	1,2	25,4	57,6	2,3	1,3	○	-470	Ví dụ
1-15	e	12	0,8	25,6	59,3	2,3	1,3	○	-450	Ví dụ
1-16	f	11	1,8	25,3	60,2	2,3	1,3	○	-440	Ví dụ
1-17	g	10	1,6	21,5	54,0	2,0	1,2	Δ	-530	Ví dụ
1-18	h	10	1,8	22,0	58,3	2,0	1,3	○	-460	Ví dụ

Bảng 1 (tiếp theo)

Thứ nghiệ m số	Chất phụ gia đông cứng nhanh	Độ lún sút (cm)	Hiệu quả thúc đẩy quá trình đông kết (giờ)	Cường độ chịu nén (N/mm ²)		Tỷ lệ cường độ chịu nén với mẫu không có chất phụ gia đông cứng nhanh kết hợp		Lớp vữa xi măng	Biến thiên độ dài ($\times 10^{-6}$)	Ghi chú
				Sau khi tháo khuôn bê tông	Sau 7 ngày	Sau khi tháo khuôn bê tông	Sau 7 ngày			
1-19	i	10	0,6	20,9	55,3	1,9	1,2	Δ	-530	Ví dụ
1-20	j	11	2,0	27,3	58,6	2,5	1,3	$\circ$	-460	Ví dụ
1-21	k	11	2,0	28,9	60,0	2,6	1,3	$\circ$	-450	Ví dụ
1-22	l	11	2,0	26,4	57,7	2,4	1,3	$\circ$	-470	Ví dụ
1-23	m	10	1,5	22,0	54,0	2,0	1,2	Δ	-490	Ví dụ
1-24	n	7	0,8	17,0	53,1	1,5	1,2	$\times$	-560	Ví dụ so sánh
1-25	o	3	1,5	22,0	56,0	2,0	1,2	Δ	-530	Ví dụ
1-26	p	12	1,5	23,1	56,9	2,1	1,2	Δ	-480	Ví dụ
1-27	q	11	2,3	25,0	58,8	2,3	1,3	$\circ$	-470	Ví dụ
1-28	r	10	0,7	20,8	57,0	1,9	1,2	$\circ$	-540	Ví dụ
1-29	s	11	0,9	21,8	58,1	2,0	1,3	$\circ$	-500	Ví dụ
1-30	t	10	1,1	20,2	55,6	1,8	1,2	$\circ$	-550	Ví dụ
1-31	Chi glycerin	12	-3,0	7,3	38,9	0,7	0,8	$\times$	-660	Ví dụ so sánh
1-32	Thương phẩm A	9	0	16,6	53,6	1,5	1,2	$\times$	-550	Ví dụ so sánh
1-33	Thương phẩm B	11	0	15,0	54,3	1,4	1,2	Δ	-560	Ví dụ so sánh
1-34	Thương phẩm C	11	0	13,6	53,9	1,2	1,2	Δ	-570	Ví dụ so sánh
1-35	Thương phẩm A + glycerin	9	0,1	18,1	53,5	1,6	1,2	$\times$	-570	Ví dụ so sánh
1-36	Không	12	-	11,0	45,8	1,0	1,0	$\times$	-590	Ví dụ so sánh

Ví dụ thử nghiệm 2

Các thử nghiệm được thực hiện theo cách tương tự như trong ví dụ thử nghiệm 1, ngoại trừ việc sử dụng chất phụ gia đông cứng nhanh A, chất phụ gia đông cứng nhanh gia B, chất phụ gia đông cứng nhanh a, chất phụ gia đông cứng nhanh b hoặc chất phụ gia đông cứng nhanh k, một phần xi măng được thay thế bằng xỉ lò và/hoặc tro bay theo số lượng được nêu trong Bảng 2. Các kết quả được nêu trong bảng 2. Ngoài ra, sản phẩm thương mại A và mẫu có glycerin trộn vào sản phẩm thương mại A cũng được đánh giá,

(Các nguyên liệu được sử dụng)

Tro bay: Tro bay Tohoku loại II, diện tích bề mặt riêng Blaine: $4,000 \text{ cm}^2/\text{g}$, mật độ: $2,23 \text{ g/cm}^3$

Xi lò: Xi lò cao, được sản xuất bởi Sumikinkouka Công ty TNHH, Smitment, diện tích bề mặt riêng Blaine: $4,000 \text{ cm}^2/\text{g}$, mật độ: $2,91 \text{ g/cm}^3$.

Bảng 2

Thứ nghiệm , số	Chất phụ gia đông cứng nhanh	Lượng đơn vị (kg/m ³)			Độ lún sụt (cm)	Hiệu quả thúc đẩy đông kết (giờ)	Cường độ chịu nén (N/mm ²)		Tỷ lệ cường độ chịu nén với mẫu không có chất phụ gia đông cứng nhanh kết hợp		Lớp vữa xi măng	Biến thiên độ dài ($\times 10^{-6}$)	Ghi chú
		Xi măng	Tro bay	Xi lò			Sau khi tháo khuôn bê tông	Sau 7 ngày	Sau khi tháo khuôn bê tông	Sau 7 ngày			
1-1	A	440	0	0	11	0,2	18,4	55,0	1,7	1,2	Δ	-560	Ví dụ
2-1	A	390	50	0	12	0,2	16,2	51,3	1,7	1,2	Δ	-570	Ví dụ
2-2	A	340	0	100	12	0,2	14,9	52,4	1,9	1,3	Δ	-580	Ví dụ
2-3	A	290	50	100	12	0,2	12,2	49,8	1,9	1,3	Δ	-590	Ví dụ
1-2	B	440	0	0	11	0,3	21,9	59,5	2,0	1,3	Δ	-540	Ví dụ
2-4	B	390	50	0	10	0,2	18,8	56,3	2,0	1,3	Δ	-560	Ví dụ
2-5	B	340	0	100	10	0,2	17,0	52,6	2,1	1,3	Δ	-550	Ví dụ
2-6	B	290	50	100	10	0,1	13,8	51,9	2,2	1,4	Δ	-580	Ví dụ
1-11	a	440	0	0	11	0,9	22,6	58,3	2,1	1,3	○	-520	Ví dụ
2-7	a	390	50	0	12	0,8	19,4	51,0	2,0	1,2	○	-540	Ví dụ
2-8	a	340	0	100	12	0,7	17,8	51,9	2,2	1,3	○	-540	Ví dụ
2-9	a	290	50	100	12	0,5	14,7	49,7	2,3	1,3	○	-560	Ví dụ
1-12	b	440	0	0	10	1,5	23,5	59,0	2,1	1,3	○	-490	Ví dụ
2-10	b	390	50	0	10	1,4	22,3	56,0	2,3	1,3	○	-520	Ví dụ
2-11	b	340	0	100	10	1,3	19,4	52,3	2,4	1,3	○	-540	Ví dụ
2-12	b	290	50	100	10	1,0	16,6	51,8	2,6	1,4	○	-550	Ví dụ

Bảng 2 (tiếp theo)

Thứ nghệ m số	Chất phụ gia đồng cứng nhanh	Lượng đơn vị (kg/m ³)			Độ lún sút (cm)	Hiệu quả thúc đẩy đồng kết (giờ)	Cường độ chịu nén (N/mm ²)		Tỷ lệ cường độ chịu nén với mẫu không có chất phụ gia đồng cứng nhanh kết hợp		Lớp vữa xi măng	Biến thiên độ dài ($\times 10^{-6}$)	Ghi chú
		Xi măng	Tro bay	Xi lò			Sau khi tháo khuôn bê tông	Sau 7 ngày	Sau khi tháo khuôn bê tông	Sau 7 ngày			
1-21	k	440	0	0	11	2,0	28,9	60,0	2,6	1,3	○	-450	Ví dụ
2-13	k	390	50	0	11	2,0	23,0	56,8	2,4	1,3	○	-490	Ví dụ
2-14	k	340	0	100	11	2,1	20,7	54,0	2,6	1,4	○	-530	Ví dụ
2-15	k	290	50	100	11	2,2	17,0	52,3	2,7	1,4	○	-560	Ví dụ
1-36	Không	440	0	0	12	-	11,0	45,8	1,0	1,0	×	-590	Ví dụ so sánh
2-16	Không	390	50	0	12	-	9,5	43,3	1,0	1,0	×	-620	Ví dụ so sánh
2-17	Không	340	0	100	12	-	8,0	40,0	1,0	1,0	×	-650	Ví dụ so sánh
2-18	Không	290	50	100	12	-	6,4	37,4	1,0	1,0	×	-670	Ví dụ so sánh
2-19	Thương phẩm A	290	50	100	10	0	10,6	44,9	1,7	1,2	×	-610	Ví dụ so sánh
2-20	Thương phẩm A + glyxerin	290	50	100	10	0,1	11,9	46,0	1,9	1,2	×	-600	Ví dụ so sánh

Ví dụ thử nghiệm 3

Các thử nghiệm được thực hiện theo cách tương tự như trong ví dụ thử nghiệm 2, ngoại trừ việc sử dụng chất phụ gia đông cứng nhanh A hoặc chất phụ gia đông cứng nhanh a, 100 kg/m^3 xỉ lò và 50 kg/m^3 tro bay được đưa vào xi măng vào để thay thế, các điều kiện đóng rắn bằng hơi nước và độ đóng rắn được thay đổi như được nêu trong Bảng 3. Các kết quả được nêu trong bảng 3.

Bảng 3

Thử nghiệm số	Chất phụ gia đông cứng nhanh	Điều kiện đóng rắn					MT (°C·giờ)
		Đóng rắn sơ bộ	Gia tăng nhiệt độ	Giữ ở nhiệt độ tối đa	Làm nguội	Tổng	
3-1	A	40 phút	30 phút	50°C 1 giờ 25 phút	30 phút	4 giờ 40 phút	150
3-2	A	40 phút	30 phút	50°C 2 giờ 25 phút	30 phút	4 giờ 40 phút	210
2-3	A	40 phút	30 phút	50°C 3 giờ	30 phút	4 giờ 40 phút	245
3-3	A	40 phút	50 phút	70°C 1 giờ 54 phút	30 phút	3 giờ 54 phút	245
3-4	A	40 phút	1 giờ 10 phút	90°C 1 giờ 10 phút	30 phút	3 giờ 30 phút	245
3-5	A	40 phút	2 giờ	50°C 2 giờ	2 giờ	6 giờ 40 phút	320
3-6	a	40 phút	30 phút	50°C 1 giờ 25 phút	30 phút	4 giờ 40 phút	150
3-7	a	40 phút	30 phút	50°C 2 giờ 25 phút	30 phút	4 giờ 40 phút	210
2-9	a	40 phút	30 phút	50°C 3 giờ	30 phút	4 giờ 40 phút	245
3-8	a	40 phút	50 phút	70°C 1 giờ 54 phút	30 phút	3 giờ 54 phút	245
3-9	a	40 phút	1 giờ 10 phút	90°C 1 giờ 10 phút	30 phút	3 giờ 30 phút	245
3-10	a	40 phút	2 giờ	50°C 2 giờ	2 giờ	6 giờ 40 phút	320
3-11	Không	40 phút	30 phút	50°C 1 giờ 25 phút	30 phút	4 giờ 40 phút	150
3-12	Không	40 phút	30 phút	50°C 2 giờ 25 phút	30 phút	4 giờ 40 phút	210
2-18	Không	40 phút	30 phút	50°C 3 giờ	30 phút	4 giờ 40 phút	245
3-13	Không	40 phút	50 phút	70°C 1 giờ 54 phút	30 phút	3 giờ 54 phút	245
3-14	Không	40 phút	1 giờ 10 phút	90°C 1 giờ 10 phút	30 phút	3 giờ 30 phút	245
3-15	Không	40 phút	2 giờ	50°C 2 giờ	2 giờ	6 giờ 40 phút	320

Bảng 3 (tiếp theo)

Thử nghiệm số	Độ lún sụt (cm)	Hiệu quả thúc đẩy quá trình đông kết (giờ)	Cường độ chịu nén (N/mm ²)		Tỷ lệ cường độ chịu nén với mẫu không có chất phụ gia đông cứng nhanh kết hợp		Lớp vữa xi măng	Biến thiên độ dài ($\times 10^{-6}$)	Ghi chú
			Sau khi tháo khuôn bê tông	Sau 7 ngày	Sau khi tháo khuôn bê tông	Sau 7 ngày			
3-1	12	0,2	7,0	45,5	1,8	1,3	Δ	-610	Ví dụ so sánh
3-2	12		9,0	47,3	1,8	1,3	Δ	-600	Ví dụ
2-3	12		12,2	49,8	1,9	1,3	Δ	-590	Ví dụ
3-3	12		14,4	50,6	1,9	1,4	Δ	-590	Ví dụ
3-4	12	0,5	Rạn nứt nhiệt				Δ	-	Ví dụ so sánh
3-5	12		16,3	50,0	1,9	1,3	Δ	-580	Ví dụ
3-6	12		8,6	45,0	2,2	1,3	○	-600	Ví dụ so sánh
3-7	12		10,6	47,3	2,1	1,3	○	-580	Ví dụ
2-9	12	-	14,7	49,7	2,3	1,3	○	-560	Ví dụ
3-8	12		17,6	50,0	2,4	1,3	○	-560	Ví dụ
3-9	12		Rạn nứt nhiệt				○	-	Ví dụ so sánh
3-10	12		19,5	49,8	2,3	1,3	○	-580	Ví dụ
3-11	12	-	3,9	35,6	1,0	1,0	×	-680	Ví dụ so sánh
3-12	12		5,0	36,2	1,0	1,0	×	-680	Ví dụ so sánh
2-18	12		6,4	37,4	1,0	1,0	×	-670	Ví dụ so sánh
3-13	12		7,4	37,3	1,0	1,0	×	-660	Ví dụ so sánh
3-14	12		Rạn nứt nhiệt				×	-	Ví dụ so sánh
3-15	12		8,5	37,9	1,0	1,0	×	-650	Ví dụ so sánh

Ví dụ thử nghiệm 4

Các thử nghiệm được thực hiện theo cách tương tự như trong ví dụ thử nghiệm 3, ngoại trừ các điều kiện đóng rắn bằng hơi nước được điều chỉnh để khoảng thời gian đóng rắn sơ bộ là 40 phút ở 20 °C, gia tăng nhiệt độ trong 30 phút, giữ ở nhiệt độ tối đa 50 °C trong 3 giờ và làm mát trong 30 phút, và số lượng của chất phụ gia đông cứng nhanh được sử dụng trong 100 phần các thành phần xi măng chứa xi măng và chất phụ gia đông cứng nhanh, được thay đổi như được nêu trong Bảng 4. Các kết quả được trình bày ở bảng 4.

Bảng 4

Thứ nghịệm số	Chất phụ gia đông cứng nhanh		Độ lún sút (cm)	Hiệu quả thúc đẩy đông kết (giờ)	Cường độ chịu nén (N/mm ²)		Tỷ lệ cường độ chịu nén với mẫu không có chất phụ gia đồng cứng nhanh kết hợp		Lớp vữa xi măng	Biến thiên độ đài ($\times 10^{-6}$)	Ghi chú
	Loại	Lượng (phần)			Sau khi tháo khuôn bê tông	Sau 7 ngày	Khi tháo khuôn bê tông	Sau 7 ngày			
2-18	A	0	12	-	6,4	37,4	1,0	1,0	×	-670	Ví dụ so sánh
4-1	A	2	12	0,2	9,3	41,2	1,5	1,1	□	-650	Ví dụ
4-2	A	5	12	0,2	10,1	47,6	1,6	1,3	□	-630	Ví dụ
2-3	A	7	12	0,2	12,2	49,8	1,9	1,3	□	-590	Ví dụ
4-3	A	10	11	0,4	12,6	51,3	2,0	1,4	□	-570	Ví dụ
4-4	A	12	10	0,6	13,3	47,3	2,1	1,3	○	-590	Ví dụ
4-5	A	15	9	0,8	12,9	45,0	2,0	1,2	○	-620	Ví dụ
4-6	a	2	12	0,1	9,5	40,6	1,5	1,1	□	-650	Ví dụ
4-7	a	5	12	0,3	12,1	47,0	1,9	1,3	○	-610	Ví dụ
2-9	a	7	12	0,5	14,7	49,7	2,3	1,3	○	-560	Ví dụ
4-8	a	10	11	0,9	15,5	51,5	2,4	1,4	○	-560	Ví dụ
4-9	a	12	10	1,3	16,0	47,5	2,5	1,3	○	-570	Ví dụ
4-10	a	15	9	1,6	15,8	44,9	2,5	1,2	○	-600	Ví dụ

Bảng 4 (tiếp theo)

Thử nghiệm số	Chất phụ gia đông cứng nhanh		Độ lún sụt (cm)	Hiệu quả thúc đẩy đông kết (giờ)	Cường độ chịu nén (N/mm ²)		Tỷ lệ cường độ chịu nén với mẫu không có chất phụ gia đông cứng nhanh kết hợp		Lớp vữa xi măng	Biến thiên độ dài ($\times 10^{-6}$)	Ghi chú
	Loại	Lượng (phần)			Sau khi tháo khuôn bê tông	Sau 7 ngày	Khi tháo khuôn bê tông	Sau 7 ngày			
4-11	k	2	12	0,5	10,5	42,3	1,6	1,1	○	-640	Ví dụ
4-12	k	5	12	1,1	15,3	48,0	2,4	1,3	○	-600	Ví dụ
2-15	k	7	11	2,2	17,0	52,3	2,7	1,4	○	-560	Ví dụ
4-13	k	10	11	2,7	17,6	52,9	2,8	1,4	○	-560	Ví dụ
4-14	k	12	10	3,0	18,5	53,3	2,9	1,4	○	-540	Ví dụ
4-15	k	15	9	3,5	18,8	54,6	2,9	1,5	○	-530	Ví dụ
4-16	Thương phẩm A	2	12	0,0	8,6	39,1	1,3	1,0	Δ	-660	Ví dụ so sánh
4-17	Thương phẩm A	5	11	0,0	9,7	42,3	1,5	1,1	Δ	-640	Ví dụ so sánh
2-19	Thương phẩm A	7	10	0,0	10,6	44,9	1,7	1,2	Δ	-610	Ví dụ so sánh
4-18	Thương phẩm A	10	10	0,1	12,3	48,7	1,9	1,3	Δ	-600	Ví dụ so sánh
4-19	Thương phẩm A	12	10	0,2	13,1	48,5	2,0	1,3	Δ	-620	Ví dụ so sánh
4-20	Thương phẩm A	15	9	0,4	13,5	48,3	2,1	1,3	Δ	-620	Ví dụ so sánh

Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Chất phụ gia đông cứng nhanh theo sáng chế này là hữu dụng đối với việc sản xuất sản phẩm bê tông, và phương pháp sản xuất sử dụng các chất phụ gia đông cứng nhanh theo sáng chế có thể được sử dụng như là một phương pháp nâng cao năng suất của sản phẩm bê tông mà ít gây ảnh hưởng đến môi trường,

Toàn bộ nội dung của đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2011-226165 nộp ngày 13 tháng 10 năm 2011 và đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2011-289.924 nộp vào ngày 28 tháng mười hai năm 2011 bao gồm các ng số kỹ thuật, các yêu cầu bảo hộ và các tóm tắt được đưa vào bản mô tả này bằng cách viện dẫn.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Chất phụ gia đông cứng nhanh, chứa sản phẩm thu được sau khi xử lý nhiệt hỗn hợp gồm nguyên liệu thô CaO, nguyên liệu thô CaSO₄ và ít nhất một nguyên liệu thô được chọn từ nhóm chỉ bao gồm nguyên liệu thô Al₂O₃, nguyên liệu thô Fe₂O₃ và nguyên liệu thô SiO₂, sản phẩm đã được xử lý nhiệt này chứa từ 10 đến 70 phần khối lượng vôi tự do, từ 10 đến 50 phần khối lượng hợp chất thủy lực, và từ 10 đến 60 phần khối lượng thạch cao khan, cho tổng 100 phần khối lượng của vôi tự do, hợp chất thủy lực và thạch cao khan, trong đó hợp chất thủy lực là một hoặc nhiều chất trong số các hợp chất Yeelimit có công thức hóa học là 3CaO·3Al₂O₃·CaSO₄, canxi silicat có công thức hóa học là 3CaO·SiO₂ hoặc 2CaO·SiO₂, ferit nhôm canxi có thành phần là 4CaO·Al₂O₃·Fe₂O₃, 6CaO·2Al₂O₃·Fe₂O₃ hoặc 6CaO·Al₂O₃·Fe₂O₃, hoặc ferit canxi như 2CaO·Fe₂O₃, khác biệt ở chỗ, chất phụ gia đông cứng nhanh này chứa từ 0,1 đến 10 phần khối lượng glycerin trong 100 phần khối lượng chất phụ gia đông cứng nhanh.
2. Chất phụ gia đông cứng nhanh theo điểm 1, trong đó chất phụ gia này có diện tích bề mặt riêng Blaine nằm trong khoảng từ 2.500 đến 9.000 cm²/g.
3. Chất phụ gia đông cứng nhanh theo điểm 1 hoặc 2, trong đó chất phụ gia này còn chứa tối đa 40 phần khối lượng xi măng Portland mịn trong 100 phần khối lượng chất phụ gia đông cứng nhanh, trong đó xi măng Portland mịn này có cỡ hạt trung bình lớn nhất là 6 μm và nhỏ nhất là 0,1 μm.
4. Chất phụ gia đông cứng nhanh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó chất phụ gia này còn chứa từ 10 đến 60 phần khối lượng vôi tự do mịn và/hoặc thạch cao mịn cho 100 phần khối lượng của tổng lượng sản phẩm đã được xử lý nhiệt và vôi tự do mịn và/hoặc thạch cao mịn nêu trên, trong đó vôi tự do mịn có cỡ hạt trung bình lớn nhất là 20 μm và/hoặc thạch cao mịn có cỡ hạt trung bình lớn nhất là 20 μm, trong đó thạch cao mịn này thu được bằng cách nghiền nhỏ thạch cao tự nhiên khan.
5. Chất phụ gia đông cứng nhanh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong

đó hợp chất thủy lực là $3\text{CaO}\cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3\cdot \text{CaSO}_4$, hoặc hỗn hợp của $3\text{CaO}\cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3\cdot \text{CaSO}_4$, $4\text{CaO}\cdot \text{Al}_2\text{O}_3\cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ và $2\text{CaO}\cdot \text{SiO}_2$.

6. Phương pháp sản xuất sản phẩm bê tông, trong đó phương pháp này bao gồm các bước:

kết hợp từ 2 đến 15 phần khối lượng chất phụ gia đông cứng nhanh theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5 trong 100 phần khối lượng hỗn hợp xi măng gồm xi măng và chất phụ gia đông cứng nhanh, và

điều chỉnh nhiệt độ đóng rắn bằng hơi nước từ khi đúc đến khi tháo khuôn bê tông đến nhiệt độ cao nhất là 70°C và độ đóng rắn từ khi đúc đến khi tháo khuôn bê tông là từ 210 đến 320°C .giờ.

7. Phương pháp sản xuất sản phẩm bê tông theo điểm 6, trong đó xi măng được sử dụng là loại hỗn hợp xi măng chứa xỉ và/hoặc tro bay.

8. Sản phẩm bê tông được sản xuất bằng phương pháp theo 6 hoặc 7.