



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

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

(11)



1-0027234

(51)⁷ C04B 7/26; B09B 3/00; C04B 18/08

(13) B

(21) 1-2019-00327

(22) 19/09/2017

(86) PCT/JP2017/033784 19/09/2017

(87) WO 2018/198391 A1 01/11/2018

(30) 2017-090378 28/04/2017 JP; 2017-142304 21/07/2017 JP

(45) 25/01/2021 394

(43) 25/02/2020 383A

(73) SUMITOMO OSAKA CEMENT CO., LTD. (JP)

6-28, Rokubancho, Chiyoda-ku, Tokyo 102-8465 JAPAN

(72) KANAI, Kensuke (JP); MATSUDA, Hideaki (JP).

(74) Công ty TNHH Tầm nhìn và Liên danh (VISION & ASSOCIATES CO.LTD.)

(54) CHẾ PHẨM XI MĂNG, PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT CHẾ PHẨM NÀY VÀ
PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT TRO BAY DỪNG CHO CHẾ PHẨM XI MĂNG

(57) Sáng chế đề cập đến chế phẩm xi măng góp phần tăng cường độ bền lâu dài, phương pháp sản xuất chế phẩm này và phương pháp sản xuất tro bay dùng cho chế phẩm này, tro bay có thể duy trì tính chất làm chất phụ gia để cải thiện tính lưu động hoặc góp phần tăng cường độ bền, và tất cả tro bay nguyên liệu thô thu được từ nhà máy nhiệt điện dùng nguyên liệu than hoặc các loại nguyên liệu tương tự có thể được sử dụng làm chất phụ gia mà không cần loại bỏ bột thô bằng cách phân tách.

Chế phẩm xi măng theo sáng chế bao gồm xi măng và tro bay, trong đó hàm lượng tro bay là 30% khối lượng hoặc nhỏ hơn, và tro bay này thỏa mãn biểu thức (I) dưới đây về sự phân bố đường kính hạt theo thể tích.

$$0,25 < (D50-D10)/(D90-D50) \leq 0,47 \quad (I)$$

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến chế phẩm xi măng chứa tro bay, phương pháp sản xuất chế phẩm này, và phương pháp sản xuất tro bay dùng cho chế phẩm xi măng.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Tro bay là các hạt mịn được thu hồi bằng máy thu bụi chạy điện dùng để thu bụi từ các hạt mịn lơ lửng trong luồng không khí nóng từ các xỉ đã bị đốt cháy được tạo ra khi than bụi được đốt cháy trong lò hơi của nhà máy nhiệt điện đốt than. Puzolan chứa trong tro bay, mà các thành phần chính của nó là silic dioxit (SiO_2) và nhôm oxit (Al_2O_3), phản ứng với canxi hydroxit ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) chứa trong xi măng để tạo ra hydrat, góp phần tăng cường độ bền lâu dài của các sản phẩm được hóa rắn. Phản ứng này được gọi là phản ứng puzolan. Vì phản ứng puzolan này diễn ra chậm, nhiệt của quá trình hydrat hóa có thể bị triệt tiêu. Do đó, tro bay được sử dụng làm chất phụ gia bê tông hoặc vữa (ví dụ, tài liệu sáng chế số 1). Ngoài ra, tro bay chứa lượng lớn các hạt hình cầu cải thiện tính dễ thi công, và do đó, được sử dụng làm chất phụ gia bê tông hoặc vữa (ví dụ, tài liệu sáng chế số 2).

Tro bay chứa các hạt hình cầu, được tạo hình cầu bằng sức căng bề mặt, và cacbon chưa cháy tương đối thô và xốp trong quá trình đốt than bụi trong lò hơi, cho các xỉ đã cháy lơ lửng trong lò nồi hơi tiếp xúc với nhiệt độ cao để làm nóng chảy, và làm nguội các xỉ được nung chảy này. Các hạt hình cầu trong tro bay được thủy tinh hóa bằng cách làm nóng chảy bề mặt hạt. Cacbon chưa cháy tương đối thô và xốp chứa trong tro bay này có đường kính hạt lớn. Do đó, việc đốt cháy các xỉ đã được đốt cháy được coi là không tiến triển, và do đó, cacbon chưa cháy không trở thành các hạt hình cầu. Cacbon chưa cháy thô xốp trong tro bay cản trở hiệu ứng ổ bi của các hạt hình cầu, làm giảm tính lưu động và làm giảm độ bền.

Ngoài ra, trong trường hợp lượng cacbon chưa cháy thô và xốp trong tro bay lớn và tro bay này được sử dụng làm chất phụ gia, tác nhân cuốn khí (AE, air entraining) được bổ sung để điều chỉnh hàm lượng không khí được hấp phụ trên cacbon chưa cháy

này, và lượng tác nhân cuốn khí bổ sung tăng lên, có thể dẫn đến làm tăng chi phí sản xuất.

Chất lượng của tro bay được sử dụng làm chất phụ gia của bê tông hoặc vữa được xác định theo JIS A6201:2015 “Fly Ash for Use in Concrete”. Tro bay mà được loại bỏ cacbon chưa cháy thô và xộp bằng cách phân tách để thỏa mãn độ mịn được xác định theo JIS A6201:2015 “Fly Ash for Use in Concrete” được sử dụng làm chất phụ gia của bê tông hoặc vữa.

Các tài liệu kỹ thuật đã biết

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế số 1: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2004-292307A

Tài liệu sáng chế số 2: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2011-132111A

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Các vấn đề kỹ thuật

Bột thô cacbon chưa cháy được phân loại và được tạo ra trong quá trình sản xuất tro bay được chuẩn hóa, được chôn lấp như là chất thải công nghiệp hoặc được sử dụng làm nguyên liệu thay thế cho đất sét trong số các vật liệu thô để sản xuất xi măng.

Khi lượng phát điện gia tăng ở nhà máy nhiệt điện đốt than, lượng tro bay được tạo ra ở nhà máy nhiệt điện đốt than này cũng tăng lên. Do đó, đòi hỏi phải sử dụng một cách hiệu quả toàn bộ lượng tro bay được tạo ra ngày càng tăng từ nhà máy nhiệt điện đốt than mà không loại bỏ một phần tro bay này.

Do đó, mục đích của sáng chế là đề xuất chế phẩm xi măng góp phần làm tăng độ bền lâu dài, phương pháp sản xuất chế phẩm này, và phương pháp sản xuất tro bay dùng cho chế phẩm xi măng, tro bay này có khả năng duy trì các tính chất làm chất phụ gia như cải thiện tính lưu động hoặc góp phần tăng cường độ bền, và toàn bộ lượng tro bay thô thu được từ nhà máy nhiệt điện đốt than hoặc nhà máy tương tự làm chất phụ gia mà không loại bỏ bột thô bằng cách phân tách có thể được sử dụng.

Giải pháp cho vấn đề

Các tác giả sáng chế đã tiến hành điều tra tỉ mỉ để đạt được mục đích và phát hiện ra là, trong trường hợp tro bay thỏa mãn biểu thức (I) dưới đây về sự phân bố đường kính hạt theo thể tích của hạt chứa trong tro bay, tro bay này có khả năng duy trì các tính chất làm chất phụ gia như tính lưu động hoặc tăng cường độ bền, toàn bộ lượng tro bay nguyên liệu thô thu được từ nhà máy nhiệt điện đốt than hoặc tương tự có thể được sử dụng làm chất phụ gia, và tro bay này góp phần tăng cường độ bền lâu dài, bằng cách đó hoàn thành sáng chế. Cụ thể, sáng chế đề xuất như sau.

[1] Chế phẩm xi măng bao gồm:

xi măng; và

tro bay,

trong đó hàm lượng tro bay là 30% khối lượng hoặc nhỏ hơn, và

tro bay này thỏa mãn biểu thức (I) dưới đây về sự phân bố đường kính hạt theo thể tích,

$$0,24 < (D50-D10)/(D90-D50) \leq 0,5 \quad (I),$$

(trong đó D10, D50 và D90 thể hiện các đường kính hạt tương ứng với tần suất tích lũy 10%, tần suất tích lũy 50% và tần suất tích lũy 90% theo thứ tự từ đường kính nhỏ nhất của tro bay này).

[2] Chế phẩm xi măng theo mục [1], trong đó hàm lượng tro bay là 12% khối lượng hoặc lớn hơn.

[3] Chế phẩm xi măng theo mục [1] hoặc [2], trong đó lượng pha vô định hình trong tro bay là 55% khối lượng hoặc lớn hơn tính theo tổng lượng pha tinh thể và pha vô định hình trong tro bay. Theo sáng chế, lượng (% khối lượng) pha vô định hình trong tro bay đề cập đến giá trị thu được bằng cách lấy lượng (% khối lượng) pha vô định hình thu được bằng phân tích Rietveld được mô tả dưới đây trừ đi lượng (% khối lượng) cacbon chưa cháy.

[4] Chế phẩm xi măng theo mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến [3], trong đó lượng Fe trong pha vô định hình của tro bay bằng hoặc lớn hơn 3,5% khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 10% khối lượng.

[5] Chế phẩm xi măng theo mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến [4], trong đó lượng cacbon chưa cháy trong tro bay bằng hoặc lớn hơn 3% khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 15% khối lượng.

[6] Chế phẩm xi măng theo mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến [5], trong đó diện tích bề mặt riêng Blaine của tro bay này là bằng hoặc lớn hơn 3000cm²/g và nhỏ hơn hoặc bằng 4500cm²/g.

[7] Chế phẩm xi măng theo mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến [6], trong đó lượng cacbon chưa cháy có đường kính hạt lớn hơn 212µm là 1,5% khối lượng hoặc nhỏ hơn.

[8] Chế phẩm xi măng theo mục bất kỳ trong số các mục từ [1] đến [7], trong đó tỉ lệ khối lượng của cacbon chưa cháy có đường kính hạt lớn hơn 212µm trong tro bay so với cacbon chưa cháy trong tro bay là 35% khối lượng hoặc nhỏ hơn.

[9] Phương pháp sản xuất tro bay dùng cho chế phẩm xi măng, phương pháp này bao gồm các bước:

phân tách bột thô tro bay có đường kính hạt 45µm hoặc lớn hơn ra khỏi tro bay nguyên liệu thô;

nghiền bột thô tro bay đã được phân tách này; và

trộn tro bay nguyên liệu thô và tro bay đã nghiền với nhau để thỏa mãn biểu thức (I) dưới đây về sự phân bố đường kính hạt theo thể tích,

$$0,24 < (D50-D10)/(D90-D50) \leq 0,5 \quad (I),$$

(trong đó D10, D50, và D90 thể hiện các đường kính hạt tương ứng với tần suất tích lũy 10%, tần suất tích lũy 50% và tần suất tích lũy 90% theo thứ tự tương ứng từ đường kính nhỏ nhất của tro bay này).

[10] Phương pháp sản xuất xi măng bao gồm các bước:

phân tách bột thô tro bay có đường kính hạt 45µm hoặc lớn hơn ra khỏi tro bay nguyên liệu thô;

nghiền bột thô tro bay đã được phân tách này;

trộn tro bay nguyên liệu thô và tro bay đã nghiền với nhau để thỏa mãn biểu thức (I) dưới đây về sự phân bố đường kính hạt theo thể tích; và

bổ sung tro bay đã trộn này để lượng của nó là 30% khối lượng hoặc nhỏ hơn tính theo tổng lượng chế phẩm xi măng,

$$0,24 < (D50-D10)/(D90-D50) \leq 0,5 \quad (I),$$

(trong đó D10, D50, và D90 thể hiện các đường kính hạt tương ứng với tần suất tích lũy 10%, tần suất tích lũy 50% và tần suất tích lũy 90% theo thứ tự tương ứng từ đường kính nhỏ nhất của tro bay này).

[11] Phương pháp sản xuất chế phẩm xi măng theo mục [10], trong đó tro bay đã trộn được bổ sung vào để lượng của nó là 12% khối lượng hoặc lớn hơn tính theo tổng lượng chế phẩm xi măng.

[12] Phương pháp sản xuất chế phẩm xi măng theo mục [10] hoặc [11], trong đó lượng pha vô định hình trong tro bay đã trộn là 55% khối lượng hoặc lớn hơn tính theo tổng lượng pha tinh thể và pha vô định hình này trong tro bay đã trộn.

[13] Phương pháp sản xuất chế phẩm xi măng theo mục bất kỳ trong số các mục từ [10] đến [12], trong đó lượng Fe trong pha vô định hình của tro bay đã trộn bằng hoặc lớn hơn 3,5% khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 10% khối lượng.

Hiệu quả có lợi của sáng chế

Theo sáng chế, chế phẩm xi măng góp phần tăng cường độ bền lâu dài, phương pháp sản xuất chế phẩm này và phương pháp sản xuất tro bay dùng cho chế phẩm xi măng có thể được tạo ra, tro bay này có khả năng duy trì các tính chất làm chất phụ gia như cải thiện tính lưu động hoặc góp phần tăng cường độ bền, và toàn bộ lượng tro bay nguyên liệu thô thu được từ nhà máy nhiệt điện đốt than hoặc các nhà máy tương tự làm chất phụ gia mà không cần loại bỏ bột thô bằng cách phân tách có thể được sử dụng.

Mô tả chi tiết sáng chế

Dưới đây, sáng chế sẽ được mô tả một cách chi tiết.

Chế phẩm xi măng theo một phương án của sáng chế bao gồm xi măng và tro bay, trong đó hàm lượng tro bay là 30% khối lượng hoặc nhỏ hơn, và tro bay này thỏa mãn biểu thức (I) sau đây về sự phân bố đường kính hạt theo thể tích.

$$0,24 < (D50-D10)/(D90-D50) \leq 0,5 \quad (I)$$

(Trong biểu thức này, D10, D50, và D90 thể hiện các đường kính hạt tương ứng với tần suất tích lũy 10%, tần suất tích lũy 50%, và tần suất tích lũy 90% theo thứ tự tương ứng từ đường kính nhỏ nhất của tro bay này).

Tro bay

Tro bay được tạo ra từ nhà máy nhiệt điện đốt than hoặc tương tự chứa các hạt hình cầu, được tạo hình cầu bằng sức căng bề mặt, và cacbon chưa cháy tương đối thô và xốp trong quá trình đốt cháy các xỉ đã được đốt cháy và làm nguội các xỉ được nung chảy này.

Tỉ lệ $(D50-D10)/(D90-D50)$ về sự phân bố đường kính hạt theo thể tích

Tro bay chứa trong chế phẩm xi măng này thỏa mãn biểu thức (I) về sự phân bố đường kính hạt theo thể tích. Biểu thức (I) thể hiện tỉ số của giá trị thu được bằng cách lấy đường kính hạt D50 (đường kính trung vị) tương ứng với tần suất tích lũy 50% trừ đi đường kính hạt D10 tương ứng với tần suất tích lũy 10%, so với giá trị thu được bằng cách lấy đường kính hạt D90 tương ứng với tần suất tích lũy 90% trừ đi đường kính hạt D50, về sự phân bố đường kính hạt theo thể tích của tro bay này, các tần suất tích lũy này là các giá trị theo thứ tự từ đường kính nhỏ nhất.

Bằng cách đặt tỉ lệ được thể hiện bằng công thức $(D50-D10)/(D90-D50)$ về sự phân bố đường kính hạt theo thể tích của tro bay lớn hơn 0,24 và nhỏ hơn hoặc bằng 0,5 như được thể hiện bằng biểu thức (I), sự phân bố đường kính hạt theo thể tích của tro bay này thể hiện sự phân bố chuẩn đối xứng hai bên đối với đường kính D50 (đường kính trung vị) và thể hiện một cách đặc trưng hơn sự phân bố có hình dạng hơi rộng ở phía bên phải (phía của hạt có đường kính hạt lớn hơn đường kính hạt D50). Ngoài ra, bằng cách đặt tỉ lệ được thể hiện bằng công thức $(D50-D10)/(D90-D50)$ về sự phân bố đường kính hạt theo thể tích của tro bay này lớn hơn 0,24 và nhỏ hơn hoặc bằng 0,5, sự phân bố đường kính hạt theo thể tích thể hiện sự phân bố có dạng hình nhọn. Tro bay chứa trong chế phẩm xi măng này có tỉ lệ được thể hiện bằng biểu thức (I) về sự phân bố đường kính hạt theo thể tích. Kết quả là, lượng bột thô trong tro bay có thể được giảm xuống, tác dụng làm giảm tính lưu động hoặc làm giảm sự tăng cường độ bền do lượng lớn cacbon không cháy thô và xốp gây ra có thể được ngăn chặn, và tính lưu động và sự tăng cường độ bền cao của chế phẩm xi măng mà trong đó tro bay này được bổ sung vào có thể được duy trì.

Theo sáng chế, sự phân bố đường kính hạt theo thể tích của tro bay này có thể được đo bằng cách sử dụng máy phân tích cỡ hạt nhiễu xạ laze (ví dụ, MICROTRAC MT2000, được sản xuất bởi Nikkiso Co., Ltd.).

Trong trường hợp tỉ lệ được thể hiện bằng công thức $(D50-D10)/(D90-D50)$ của biểu thức (I) trong tro bay chứa trong chế phẩm xi măng này về sự phân bố đường kính hạt theo thể tích là lớn hơn 0,5, tỉ lệ của các hạt mịn tăng lên, thời gian đông kết của chế phẩm xi măng giảm xuống, và tính dễ thi công có thể giảm đi. Trong trường hợp tỉ lệ được thể hiện bằng công thức $(D50-D10)/(D90-D50)$ của biểu thức (I) trong tro bay chứa trong chế phẩm xi măng này về sự phân bố đường kính hạt theo thể tích là 0,24 hoặc nhỏ hơn, tỉ lệ của các hạt thô tăng lên, tính lưu động bị giảm, và sự tăng cường độ bền có thể bị giảm.

Tỉ lệ $(D50-D10)/(D90-D50)$ của giá trị thu được bằng cách lấy đường kính hạt D50 trừ đi đường kính hạt D10 so với giá trị thu được bằng cách lấy đường kính hạt D90 trừ đi đường kính hạt D50 tốt hơn là bằng hoặc lớn hơn 0,25 và nhỏ hơn hoặc bằng 0,49, tốt hơn nữa là bằng hoặc lớn hơn 0,26 và nhỏ hơn hoặc bằng 0,48, và thậm chí tốt hơn nữa là bằng hoặc lớn hơn 0,27 và nhỏ hơn hoặc bằng 0,47.

Đường kính hạt D50 tốt hơn là 17~26 μm và tốt hơn nữa là 18~25 μm . Trong tro bay trong đó đường kính hạt D50 nằm trong khoảng 17~26 μm và mối quan hệ giữa đường kính hạt D50, đường kính hạt D10, và đường kính hạt D90 này thỏa mãn biểu thức (I) về sự phân bố đường kính hạt theo thể tích, lượng bột thô trong tro bay này có thể bị giảm, tác dụng làm giảm tính lưu động hoặc làm giảm sự tăng cường độ bền do lượng lớn cacbon chưa cháy thô và xộp gây ra có thể được ngăn chặn, và tính lưu động và sự tăng cường độ bền cao của chế phẩm xi măng mà tro bay được bổ sung vào có thể được duy trì.

Đường kính hạt D10 tốt hơn là 4~12 μm và tốt hơn nữa là 5~10 μm . Ngoài ra, đường kính hạt D90 tốt hơn là 50~69 μm và tốt hơn nữa là 52~68 μm . Trong tro bay trong đó mối quan hệ giữa các đường kính hạt D10 và D90 và đường kính hạt D50 này thỏa mãn biểu thức (I) về sự phân bố đường kính hạt theo thể tích, tác dụng làm giảm tính lưu động hoặc làm giảm sự tăng cường độ bền do lượng lớn cacbon chưa cháy thô và xộp gây ra có thể được ngăn chặn, và tính lưu động và sự tăng cường độ bền cao của chế phẩm xi măng mà tro bay được bổ sung vào có thể được duy trì.

Hàm lượng tro bay trong chế phẩm xi măng

Hàm lượng tro bay trong chế phẩm xi măng là 30% khối lượng hoặc nhỏ hơn, tốt hơn là 29% khối lượng hoặc nhỏ hơn, và tốt hơn nữa là 25% khối lượng hoặc nhỏ hơn và tốt hơn là 5% khối lượng hoặc lớn hơn, tốt hơn nữa là 10% khối lượng hoặc lớn hơn, và thậm chí tốt hơn nữa là 12% khối lượng hoặc lớn hơn.

Trong trường hợp hàm lượng tro bay trong chế phẩm xi măng cao hơn 30% khối lượng, hàm lượng tro bay này trong chế phẩm xi măng tăng lên, và hàm lượng xi măng trong chế phẩm xi măng bị giảm đi tương đối. Trong trường hợp hàm lượng xi măng trong chế phẩm xi măng thấp, tác dụng làm giảm độ bền do hàm lượng xi măng thấp gây ra trở nên nhiều hơn so với hiệu quả cải thiện sự tăng cường độ bền thu được bằng phản ứng puzolan của tro bay, và độ bền của sản phẩm được hóa rắn có thể bị giảm. Trong trường hợp hàm lượng tro bay trong chế phẩm xi măng là 5% khối lượng hoặc lớn hơn, tính lưu động và sự tăng cường độ bền cao của chế phẩm xi măng này có thể được duy trì bằng cách bổ sung tro bay thỏa mãn biểu thức (I) vào chế phẩm xi măng. Ngoài ra, trong trường hợp hàm lượng tro bay trong chế phẩm xi măng là 12% khối lượng hoặc lớn hơn, thời gian đông kết có thể được tăng lên, và tính dễ thi công trong quá trình xây dựng có thể được cải thiện.

Lượng pha vô định hình trong tro bay

Lượng pha vô định hình trong tro bay tốt hơn là chứa trong chế phẩm xi măng này là 55% khối lượng hoặc lớn hơn tính theo tổng lượng pha tinh thể và pha vô định hình trong tro bay. Pha vô định hình trong tro bay chứa lượng lớn các thành phần puzolan (SiO_2 , Al_2O_3) được tạo ra bằng phản ứng puzolan, và sự tăng cường độ bền lâu dài ở tuổi nguyên liệu 28 ngày hoặc 91 ngày có thể được cải thiện do phản ứng puzolan. Silicon (Si), nhôm (Al), và sắt (Fe) chứa trong tro bay cấu tạo nên pha vô định hình chứa các thành phần và thạch anh tinh thể (SiO_2), cristobalit (SiO_2), mulit ($3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$; trong bản mô tả này, còn được đề cập đến là mulit (3:2)), hematit (Fe_2O_3), hoặc magnetit (Fe_3O_4). Pha tinh thể trong tro bay không gây ra phản ứng puzolan và không góp phần tăng cường độ bền lâu dài. Trong trường hợp lượng pha vô định hình trong tro bay chứa trong chế phẩm xi măng là 55% khối lượng hoặc lớn hơn tính theo tổng lượng pha tinh thể và pha vô định hình này trong tro bay, các thành phần puzolan (SiO_2 , Al_2O_3) được thể hiện ở pha vô định hình của tro bay phản ứng với

canxi hydroxit ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) được tạo ra bằng sự hydrat hóa các hạt xi măng. Kết quả là, canxi silicat hydrat (C-S-H) được tạo ra đủ, và sự tăng cường độ bền lâu dài có thể được cải thiện thêm. Lượng pha vô định hình này trong tro bay tốt hơn nữa là 58% khối lượng hoặc lớn hơn và thậm chí tốt hơn nữa là 59% khối lượng hoặc lớn hơn tính theo tổng lượng pha tinh thể và pha vô định hình trong tro bay. Tro bay trong đó lượng pha vô định hình là 100% khối lượng về cơ bản không có, và lượng pha vô định hình trong tro bay tốt hơn là 98% khối lượng hoặc nhỏ hơn và tốt hơn nữa là 95% khối lượng hoặc nhỏ hơn tính theo tổng lượng pha tinh thể và pha vô định hình trong tro bay.

Các lượng pha tinh thể và pha vô định hình trong tro bay có thể được đo bằng phân tích Rietveld với nhiễu xạ kế bột tia X. Là nhiễu xạ kế bột tia X, ví dụ, D8 Advance (được sản xuất bởi Bruker AXS GmbH) có thể được sử dụng. Là các điều kiện đo cơ bản, các điều kiện đo được mô tả trong phần Ví dụ thực hiện sáng chế dưới đây có thể được sử dụng.

Ngoài ra, trong phép phân tích Rietveld, TOPAS Ver. 4.2 (được sản xuất bởi Bruker AXS GmbH) có thể được sử dụng làm phần mềm phân tích Rietveld, và các điều kiện đo, được mô tả ở Phần ví dụ dưới đây có thể được sử dụng làm các điều kiện phân tích Rietveld. Các ví dụ về quặng đích phân tích là thạch anh, mulit (3:2), thạch cao khan, đá vôi, magnetit, hematit, và titan dioxit (chỉ mẫu được bổ sung là nguyên liệu tiêu chuẩn nội bộ).

Cụ thể là, các lượng pha tinh thể và pha vô định hình trong tro bay có thể được đo bằng phép phân tích Rietveld sử dụng phương pháp được mô tả trong phần Ví dụ thực hiện sáng chế.

Theo sáng chế, lượng (% khối lượng) pha vô định hình trong tro bay để chỉ giá trị thu được bằng cách lấy lượng (% khối lượng) pha vô định hình thu được bằng phép phân tích Rietveld trừ đi lượng (% khối lượng) cacbon chưa cháy trong tro bay theo biểu thức (1) sau đây.

Lượng (% khối lượng) pha vô định hình trong tro bay = Lượng (% khối lượng) pha vô định hình thu được bằng phép phân tích Rietveld - Lượng (% khối lượng) cacbon chưa cháy (1)

Là lượng (% khối lượng) cacbon chưa cháy trong tro bay, lượng hao hụt do đốt

cháy được tính theo JIS A6201 “Fly Ash for Use in Concrete” được thu.

Lượng Fe trong pha vô định hình của tro bay

Lượng Fe trong pha vô định hình của tro bay tốt hơn là được chứa trong chế phẩm xi măng là bằng hoặc lớn hơn 3,5% khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 10% khối lượng. Lượng Fe trong pha vô định hình của tro bay này liên quan đến hoạt tính hydrat hóa của pha vô định hình ở tuổi nguyên liệu 28 ngày. Trong trường hợp lượng Fe trong pha vô định hình của tro bay này là bằng hoặc lớn hơn 3,5% khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 10% khối lượng, phản ứng hydrat hóa ở tuổi nguyên liệu 28 ngày tiến triển chậm trong khoảng thời gian dài. Do đó, canxi silicat hydrat (C-S-H) được tạo ra bằng phản ứng puzolan có khả năng trở nên đặc hơn, và do đó sự tăng cường độ bền lâu dài có khả năng được cải thiện thêm. Lượng Fe trong pha vô định hình của tro bay này ưu tiên là cao nhất có thể. Thông thường, có một số ít trường hợp là lượng Fe trong pha vô định hình của tro bay cao hơn 10% khối lượng. Lượng Fe trong pha vô định hình của tro bay chứa trong chế phẩm xi măng tốt hơn nữa là 3,6% khối lượng hoặc lớn hơn và thậm chí tốt hơn nữa là 3,7% khối lượng hoặc lớn hơn.

Các thành phần chính của thành phần hóa học của tro bay này là SiO_2 (khoảng 60~80% khối lượng) và Al_2O_3 (khoảng 20% khối lượng), và pha vô định hình $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ (pha thủy tinh) và pha tinh thể (ví dụ, mulit (3:2) hoặc thạch anh) được tạo ra trong tro bay trong quy trình gia nhiệt, làm nóng chảy, và làm nguội trong quá trình đốt cháy ở nhà máy nhiệt điện đốt than. Được cho là, trong trường hợp các xỉ được nung chảy này được làm nguội nhanh chóng ở quy trình làm nguội, bậc nguyên tử của pha tinh thể trong tro bay bị xáo trộn thêm, và hoạt tính hydrat hóa của pha vô định hình (pha thủy tinh) trở nên hoạt động hơn. Trong trường hợp các xỉ được đốt cháy được làm nguội chậm ở quy trình làm nguội, và trong trường hợp Fe và chất tương tự là các tạp chất có mặt trong pha lỏng tạo thành mulit (3:2), Fe được tạo thành có mặt ngẫu nhiên trong pha vô định hình $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3$ này có cùng thành phần như của mulit, và các xáo trộn của pha vô định hình (pha thủy tinh) trở nên đáng kể. Trong trường hợp hoạt tính của pha vô định hình (pha thủy tinh) tăng lên, sự tăng cường độ bền thường tăng lên trong khoảng thời gian ngắn. Tuy nhiên, được cho là, trong trường hợp các xáo trộn của pha vô định hình (pha thủy tinh) trở nên đáng kể do sự có mặt của Fe, hoạt tính hydrat hóa này có thể được duy trì chậm trong khoảng thời gian dài, góp phần làm tăng độ bền lâu dài.

Lượng Fe trong pha vô định hình của tro bay này có thể được tính theo biểu thức (2) sau đây bằng phân tích Rietveld và phân tích huỳnh quang tia X. Như đã mô tả ở trên, lượng (% khối lượng) pha vô định hình trong tro bay để chỉ giá trị thu được bằng cách lấy lượng (% khối lượng) pha vô định hình trong tro bay thu được bằng phân tích Rietveld trừ đi lượng (% khối lượng) cacbon chưa cháy trong tro bay theo biểu thức (1).

Lượng (% khối lượng) Fe trong pha vô định hình của tro bay = $\{[(a) \text{ Tổng lượng (Giá trị phân tích huỳnh quang tia X) Fe trong tro bay} - ((b) \text{ Tổng lượng Fe trong Hematit và Magnetit thu được bằng phân tích Rietveld})] / ((c) \text{ Lượng (% khối lượng) pha vô định hình thu được bằng phân tích Rietveld}) - (d) \text{ Lượng (% khối lượng) cacbon chưa cháy})\} \times 100$ (2)

Trong biểu thức (2), (a) tổng lượng Fe trong tro bay có thể được tính bằng cách chuyển thành lượng Fe sử dụng biểu thức (3) sau đây dựa vào giá trị đo được 1 của lượng Fe (oxit sắt (III): Fe_2O_3) tính theo các oxit được đo theo JIS R5204 “Chemical Analysis Method of Cement by X-Ray Fluorescence”

(a) Tổng lượng (% khối lượng) Fe trong tro bay = Giá trị đo được 1 $\times 2\text{Fe}/\text{Fe}_2\text{O}_3$ (111,6/159,7) (3)

Trong biểu thức (2), (b) tổng lượng Fe trong hematit và magnetit thu được bằng phân tích Rietveld có thể được tính theo biểu thức (4) và (5) sau đây dựa trên giá trị đo được 2 của hematit và giá trị đo được 3 của magnetit được đo bằng phân tích Rietveld bằng phương pháp được mô tả ở phần Ví dụ thực hiện sáng chế dưới đây. Ngoài ra, (b) tổng lượng Fe trong hematit và magnetit là tổng của lượng Fe trong hematit và lượng Fe trong magnetit.

(c-1) Lượng (% khối lượng) Fe trong Hematit = Giá trị đo được 2 $\times 2\text{Fe}/\text{Fe}_2\text{O}_3$ (111,6/159,7) (4)

(c-2) Lượng (% khối lượng) Fe trong Magnetit = Giá trị đo được 3 $\times 3\text{Fe}/\text{Fe}_3\text{O}_4$ (167,4/231,5) (5)

Lượng cacbon chưa cháy trong tro bay

Lượng cacbon chưa cháy trong tro bay này tốt hơn là bằng hoặc lớn hơn 3% khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 15% khối lượng, tốt hơn nữa là bằng hoặc lớn hơn 3%

khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 14,8% khối lượng, và thậm chí tốt hơn nữa là bằng hoặc lớn hơn 3% khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 14,5% khối lượng.

Trong trường hợp lượng cacbon chưa cháy trong tro bay là 15% khối lượng hoặc nhỏ hơn, tro bay này thỏa mãn biểu thức (I) về sự phân bố đường kính hạt theo thể tích. Kết quả là, tính lưu động và sự tăng cường độ bền cao của chế phẩm xi măng này có thể được duy trì. Khi lượng cacbon chưa cháy trong tro bay quá cao, thậm chí trong trường hợp tỉ lệ của cacbon chưa cháy thô trong tro bay thấp, sự tăng cường độ bền có thể bị giảm do cacbon chưa cháy xốp. Lượng cacbon chưa cháy trong tro bay ưu tiên là thấp nhất có thể. Tuy nhiên, thường là, tro bay thu được từ nhà máy nhiệt điện đốt than hoặc tương tự chứa 3% khối lượng hoặc lớn hơn cacbon chưa cháy miễn là phần cacbon chưa cháy này được loại bỏ bằng cách phân tách hoặc tương tự. Như được mô tả ở trên, trong bản mô tả này, là (d) lượng (% khối lượng) cacbon chưa cháy trong tro bay, lượng hao hụt do bốc cháy được đo theo JIS A6201 “Fly Ash for Use in Concrete” được thu.

Diện tích bề mặt riêng Blaine của tro bay

Diện tích bề mặt riêng Blaine của tro bay này tốt hơn là bằng hoặc lớn hơn $3000\text{cm}^2/\text{g}$ và nhỏ hơn hoặc bằng $4500\text{cm}^2/\text{g}$, tốt hơn nữa là bằng hoặc lớn hơn $3100\text{cm}^2/\text{g}$ và nhỏ hơn hoặc bằng $4400\text{cm}^2/\text{g}$, và thậm chí tốt hơn nữa là bằng hoặc lớn hơn $3200\text{cm}^2/\text{g}$ và nhỏ hơn hoặc bằng $4300\text{cm}^2/\text{g}$.

Trong trường hợp diện tích bề mặt riêng Blaine của tro bay này nằm trong khoảng bằng hoặc lớn hơn $3000\text{cm}^2/\text{g}$ và nhỏ hơn hoặc bằng $4500\text{cm}^2/\text{g}$, hiệu ứng ô bi là tính chất của tro bay có thể được duy trì. Ngoài ra, do hiệu ứng của tro bay có sự phân bố đường kính hạt thỏa mãn biểu thức (I), tính lưu động cao có thể được duy trì, và sự tăng cường độ bền cao có thể được duy trì.

Tỉ lệ khối lượng của cacbon chưa cháy có đường kính hạt lớn hơn $212\mu\text{m}$ so với cacbon chưa cháy trong tro bay

Tỉ lệ khối lượng (cacbon chưa cháy có đường kính hạt lớn hơn $212\mu\text{m}$ /cacbon chưa cháy) của cacbon chưa cháy có đường kính hạt lớn hơn $212\mu\text{m}$ so với cacbon chưa cháy trong tro bay được ưu tiên là 35% hoặc nhỏ hơn. Tỉ lệ khối lượng của cacbon chưa cháy có đường kính hạt lớn hơn $212\mu\text{m}$ so với cacbon chưa cháy trong

tro bay tốt hơn nữa là 34% hoặc nhỏ hơn, thậm chí tốt hơn nữa là 33% hoặc nhỏ hơn, và thậm chí còn tốt hơn nữa là 32% hoặc nhỏ hơn.

Trong trường hợp tỉ lệ khối lượng của cacbon chưa cháy có đường kính hạt lớn hơn 212 μ m so với cacbon chưa cháy trong tro bay là 35% hoặc nhỏ hơn, khi tro bay này được sử dụng trong chế phẩm xi măng, tỉ lệ khối lượng của cacbon chưa cháy thô và xốp trong chế phẩm xi măng này thấp, và tác dụng làm giảm tính lưu động và làm giảm sự tăng cường độ bền có thể được ngăn chặn. Tỉ lệ khối lượng (cacbon chưa cháy có đường kính hạt lớn hơn 212 μ m/cacbon chưa cháy) của cacbon chưa cháy có đường kính hạt lớn hơn 212 μ m so với cacbon chưa cháy trong tro bay được ưu tiên là thấp nhất có thể. Trong trường hợp tro bay này thỏa mãn biểu thức (I) về sự phân bố đường kính hạt theo thể tích, tỉ lệ khối lượng (cacbon chưa cháy có đường kính hạt lớn hơn 212 μ m/cacbon chưa cháy) của cacbon chưa cháy có đường kính hạt lớn hơn 212 μ m so với cacbon chưa cháy trong tro bay thường là 5% hoặc lớn hơn.

Là lượng (% khối lượng) cacbon chưa cháy có đường kính hạt lớn hơn 212 μ m trong tro bay, lượng hao hụt do bốc cháy của tro bay giữ lại trên sàng có mắt 212 μ m có thể được thu theo JIS Z8801-1 “Test Sieves Part 1: Test Sieves of Metal Wire Cloth”.

Tỉ lệ cacbon chưa cháy có đường kính hạt lớn hơn 212 μ m trong chế phẩm xi măng

Lượng cacbon chưa cháy có đường kính hạt lớn hơn 212 μ m trong chế phẩm xi măng ưu tiên là 1,5% khối lượng hoặc nhỏ hơn. Lượng cacbon chưa cháy có đường kính hạt lớn hơn 212 μ m này trong chế phẩm xi măng tốt hơn nữa là 1,4% khối lượng hoặc nhỏ hơn, tốt hơn nữa là 1,3% khối lượng hoặc nhỏ hơn, và thậm chí tốt hơn nữa là 1,2% khối lượng hoặc nhỏ hơn.

Trong trường hợp lượng cacbon chưa cháy có đường kính hạt lớn hơn 212 μ m trong chế phẩm xi măng là 1,5% khối lượng hoặc nhỏ hơn, lượng cacbon chưa cháy thô và xốp này trong chế phẩm xi măng thấp, và tác dụng làm giảm tính lưu động và làm giảm sự tăng cường độ bền có thể được ngăn chặn. Lượng cacbon chưa cháy có đường kính hạt lớn hơn 212 μ m trong chế phẩm xi măng ưu tiên là thấp nhất có thể. Trong trường hợp tro bay này thỏa mãn biểu thức (I) về sự phân bố đường kính hạt theo thể tích, lượng cacbon chưa cháy có đường kính hạt lớn hơn 212 μ m này trong chế

phẩm xi măng thường là 0,05% khối lượng hoặc nhỏ hơn.

Đối với lượng cacbon chưa cháy có đường kính hạt lớn hơn 212 μ m trong chế phẩm xi măng, theo biểu thức (7) sau đây, hàm lượng tro bay (% khối lượng) trong chế phẩm xi măng được nhân lên bởi lượng (% khối lượng) cacbon chưa cháy có đường kính hạt lớn hơn 212 μ m trong tro bay, và giá trị thu được được chia cho 100. Giá trị này có thể được tính là lượng (% khối lượng) cacbon chưa cháy có đường kính hạt lớn hơn 212 μ m trong chế phẩm xi măng.

Phương pháp sản xuất tro bay dùng cho chế phẩm xi măng

Phương pháp sản xuất tro bay dùng cho chế phẩm xi măng theo phương án của sáng chế bao gồm các bước: phân tách bột thô tro bay có đường kính hạt 45 μ m hoặc lớn hơn ra khỏi tro bay nguyên liệu thô; nghiền bột thô tro bay đã phân tách này; và trộn tro bay nguyên liệu thô và tro bay đã nghiền này với nhau sao cho thỏa mãn biểu thức (I) sau đây về sự phân bố đường kính hạt theo thể tích.

$$0,24 < (D50-D10)/(D90-D50) \leq 0,5 \quad (I)$$

(trong đó D10, D50, và D90 thể hiện các đường kính hạt tương ứng với tần suất tích lũy 10%, tần suất tích lũy 50%, và tần suất tích lũy 90% theo thứ tự tương ứng từ đường kính nhỏ nhất của tro bay này).

Tro bay nguyên liệu thô có thể thỏa mãn giá trị số về lượng hao hụt do bốc cháy của tro bay Loại I, II, hoặc IV được mô tả trong JIS A6201:2015 “Fly Ash for Use in Concrete”.

Là phương pháp phân tách bột thô tro bay có đường kính hạt 45 μ m hoặc lớn hơn từ tro bay nguyên liệu thô, ví dụ, sàng hoặc máy tách bằng không khí có thể được sử dụng. Bột thô tro bay đã phân tách này có đường kính hạt 45 μ m hoặc lớn hơn có thể được nghiền, ví dụ, bằng cách sử dụng máy nghiền như máy nghiền tia, máy nghiền bi, hoặc máy nghiền hạt. Trong trường hợp tro bay có đường kính hạt 45 μ m hoặc lớn hơn được nghiền, chủ yếu cacbon chưa cháy thô và xốp được nghiền. Miễn là cacbon chưa cháy thô và xốp có đường kính hạt 45 μ m hoặc lớn hơn trong tro bay có thể được nghiền, thậm chí trong trường hợp tro bay được nghiền này và tro bay nguyên liệu thô được trộn với nhau và hỗn hợp tro bay này được sử dụng cho chế phẩm xi măng, tác dụng làm giảm tính lưu động hoặc làm giảm sự tăng cường độ bền do cacbon chưa

cháy thô và xốp gây ra có thể được ngăn chặn.

Xi măng

Loại xi măng được sử dụng trong chế phẩm xi măng không bị giới hạn cụ thể. Ví dụ, xi măng poóc lăng thông thường, xi măng poóc lăng độ bền ban đầu cao, xi măng poóc lăng nhiệt trung bình, hoặc xi măng poóc lăng nhiệt thấp có thể được sử dụng.

Phương pháp sản xuất chế phẩm xi măng

Phương pháp sản xuất chế phẩm xi măng theo một phương án của sáng chế bao gồm các bước: phân tách bột thô tro bay có đường kính hạt 45 μ m hoặc lớn hơn ra khỏi tro bay nguyên liệu thô; nghiền bột thô tro bay đã phân tách này; trộn tro bay nguyên liệu thô và tro bay đã nghiền này với nhau sao cho thỏa mãn biểu thức (I) sau đây về sự phân bố đường kính hạt theo thể tích; và bổ sung hỗn hợp tro bay này vào để lượng của chúng là 30% khối lượng hoặc nhỏ hơn tính theo tổng lượng chế phẩm xi măng.

$$0,24 < (D50 - D10) / (D90 - D50) \leq 0,5 \quad (I)$$

(trong đó D10, D50, và D90 thể hiện các đường kính hạt tương ứng với tần suất tích lũy 10%, tần suất tích lũy 50%, và tần suất tích lũy 90% theo thứ tự tương ứng từ đường kính nhỏ nhất của tro bay này).

Theo phương pháp sản xuất chế phẩm xi măng, là phương pháp phân tách bột thô tro bay có đường kính hạt 45 μ m hoặc lớn hơn ra khỏi tro bay nguyên liệu thô, ví dụ, sàng hoặc máy tách dùng không khí có thể được sử dụng như trong trường hợp phương pháp sản xuất tro bay dùng cho chế phẩm xi măng. Bột thô tro bay đã phân tách này có đường kính hạt 45 μ m hoặc lớn hơn có thể được nghiền, ví dụ, bằng cách sử dụng máy nghiền như máy nghiền tia, máy nghiền bi, hoặc máy nghiền hạt như trong trường hợp phương pháp sản xuất tro bay dùng cho chế phẩm xi măng. Tro bay đã nghiền này được trộn với tro bay nguyên liệu thô để thỏa mãn biểu thức (I) về sự phân bố đường kính hạt theo thể tích, và hỗn hợp tro bay này được bổ sung vào để lượng của chúng là 30% khối lượng hoặc nhỏ hơn tính theo tổng lượng chế phẩm xi măng. Kết quả là, chế phẩm xi măng có thể được sản xuất.

Tro bay được trộn trong đó tro bay nguyên liệu thô và tro bay đã nghiền được trộn được bổ sung vào để lượng của chúng tốt hơn là 29% khối lượng hoặc nhỏ hơn và tốt hơn nữa là 25% khối lượng hoặc nhỏ hơn và tốt hơn là 5% khối lượng hoặc lớn

hơn, tốt hơn nữa là 10% khối lượng hoặc lớn hơn, và thậm chí tốt hơn nữa là 12% khối lượng hoặc lớn hơn tính theo tổng lượng chế phẩm xi măng. Trong trường hợp hàm lượng tro bay trong chế phẩm xi măng là 12% khối lượng hoặc lớn hơn, có thể thu được chế phẩm xi măng có thời gian đông kết dài và tính dễ thi công cao trong quá trình xây dựng.

Lượng pha vô định hình trong hỗn hợp tro bay trong đó tro bay nguyên liệu thô và tro bay đã nghiền được trộn ưu tiên là 55% khối lượng hoặc lớn hơn tính theo tổng lượng pha tinh thể và pha vô định hình trong hỗn hợp tro bay này. Trong trường hợp lượng pha vô định hình trong cho bay được trộn là 55% khối lượng hoặc lớn hơn tính theo tổng lượng pha tinh thể và pha vô định hình trong cho bay được trộn này, lượng các thành phần puzolan (SiO_2 , Al_2O_3) ở pha vô định hình cao, và các thành phần puzolan phản ứng với canxi hydroxit ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) được tạo ra bằng cách hydrat hóa các hạt xi măng ngoại biên do phản ứng puzolan. Kết quả là, canxi silicat hydrat (C-S-H) có thể được tạo ra, và sự tăng cường độ bền lâu dài có thể được cải thiện thêm trong chế phẩm xi măng thu được. Lượng pha vô định hình trong tro bay được trộn này tốt hơn nữa là 58% khối lượng hoặc lớn hơn và thậm chí tốt hơn nữa là 59% khối lượng hoặc lớn hơn và tốt hơn là 98% khối lượng hoặc nhỏ hơn và tốt hơn nữa là 95% khối lượng hoặc nhỏ hơn tính theo tổng lượng pha tinh thể và pha vô định hình trong tro bay. Cụ thể là, lượng pha vô định hình trong hỗn hợp tro bay này có thể được đo bằng cách sử dụng phương pháp được mô tả trong phần Ví dụ thực hiện sáng chế dưới đây.

Lượng Fe trong pha vô định hình của tro bay được trộn trong đó tro bay nguyên liệu thô và tro bay đã nghiền được trộn ưu tiên là bằng hoặc lớn hơn 3,5% khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 10% khối lượng. Lượng Fe trong pha vô định hình của tro bay này liên quan đến hoạt tính hydrat hóa của pha vô định hình sau tuổi nguyên liệu 28 ngày. Trong trường hợp lượng Fe trong pha vô định hình của tro bay là bằng hoặc lớn hơn 3,5% khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 10% khối lượng, phản ứng hydrat hóa sau tuổi nguyên liệu 28 ngày tiến triển chậm trong khoảng thời gian dài. Do đó, canxi silicat hydrat (C-S-H) được tạo ra bằng phản ứng puzolan có khả năng trở nên đặc hơn, và do đó sự tăng cường độ bền lâu dài có khả năng được cải thiện thêm. Lượng Fe trong pha vô định hình của tro bay chứa trong chế phẩm xi măng tốt hơn nữa là 3,6% khối lượng hoặc lớn hơn và thậm chí tốt hơn nữa là 3,7% khối lượng hoặc lớn hơn.

Chế phẩm xi măng này có thể chứa chất phụ gia khác với tro bay. Các ví dụ về chất phụ gia này là bột xỉ lò cao, bột đá vôi, bột thạch anh, và thạch cao.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Tiếp theo, sáng chế sẽ được mô tả chi tiết hơn bằng các ví dụ nhưng không bị giới hạn bởi các ví dụ này.

Sản xuất tro bay

Tro bay của các Ví dụ điều chế từ 1 đến 7, Ví dụ điều chế đối chứng 1, và các Ví dụ điều chế so sánh từ 2 đến 6 được tạo ra.

Ví dụ điều chế đối chứng 1

Tro bay thu được từ nhà máy nhiệt điện đốt than được sử dụng làm tro bay nguyên liệu thô.

Khoảng 30% thể tích của tổng lượng tro bay nguyên liệu thô được phân tách và được loại khỏi tro bay nguyên liệu thô bằng phương pháp sử dụng sàng thép có mắt 45µm. Kết quả là, tro bay thỏa mãn các điều kiện được xác định trong tro bay Loại II sử dụng cho bê tông theo JIS A6201 được tạo ra. Tỷ lệ của tro bay được sử dụng so với tro bay nguyên liệu thô được thể hiện như “Tỷ lệ sử dụng của tro bay so với nguyên liệu thô” trong Bảng 2.

Các ví dụ điều chế từ 1 đến 7

Bột thô có đường kính hạt 45µm hoặc lớn hơn được phân tách từ tro bay nguyên liệu thô bằng máy tách tuabin (TC-15N, được sản xuất bởi Nisshin Engineering Inc.). Bột thô tro bay đã phân tách này được nghiền bằng máy nghiền trục (máy nghiền tự do, mẫu: M-2, được sản xuất bởi Nara Machinery Co., Ltd.) để thu được tro bay đã nghiền. Tro bay nguyên liệu thô và tro bay đã nghiền này được trộn với nhau để thỏa mãn biểu thức (I) sau đây về sự phân bố đường kính hạt theo thể tích được đo bằng máy phân tích cỡ hạt nhiễu xạ laser (MICROTRAC MT2000, được sản xuất bởi Nikkiso Co., Ltd.), tro bay được trộn của các ví dụ điều chế từ 1 đến 7 được thu.

$$0,24 < (D50 - D10) / (D90 - D50) \leq 0,5 \quad (I)$$

Trong biểu thức (I), D10, D50, và D90 thể hiện đường kính hạt tương ứng với tần suất tích lũy 10%, tần suất tích lũy 50%, và tần suất tích lũy 90% theo thứ tự từ đường

kính nhỏ nhất của tro bay này.

Bảng 1 thể hiện D10, D50, và D90 của từng tro bay của các ví dụ điều chế từ 1 đến 7 và lượng hao hụt do bốc cháy của chúng được đo bằng phương pháp được mô tả dưới đây. Lượng hao hụt do bốc cháy đề cập đến lượng cacbon chưa cháy trong tro bay. Ngoài ra, tỉ lệ $(D50-D10)/(D90-D50)$ của biểu thức (I) được thể hiện trong Bảng 2. Trong tro bay của ví dụ điều chế từ 1 đến 7, toàn bộ lượng tro bay nguyên liệu thô được sử dụng vì không có tro bay nào bị loại bỏ. Do đó, “Tỉ lệ sử dụng (%) của tro bay so với nguyên liệu thô” trong Bảng 2 được thể hiện là “100%”.

Các ví dụ điều chế so sánh từ 2 đến 6

Bột thô có đường kính hạt 45 μ m hoặc lớn hơn được phân tách từ tro bay nguyên liệu thô bằng máy tách tuabin (TC-15N, được sản xuất bởi Nisshin Engineering Inc.). Bột thô tro bay đã phân tách này được nghiền bằng máy nghiền trục (máy nghiền tự do, mẫu: M-2, được sản xuất bởi Nara Machinery Co., Ltd.) để thu được tro bay đã nghiền. Tro bay nguyên liệu thô và tro bay đã nghiền này được trộn với nhau để giá trị $(D50-D10)/(D90-D50)$ của biểu thức (I) phù hợp với giá trị được thể hiện trong Bảng 2, về sự phân bố đường kính hạt theo thể tích được đo bằng máy phân tích cỡ hạt nhiễu xạ laze (MICROTRAC MT2000, được sản xuất bởi Nikkiso Co., Ltd.), và các tro bay được trộn của các ví dụ điều chế so sánh từ 2 đến 6 được thu.

Bảng 1 thể hiện D10, D50, và D90 của từng tro bay của các ví dụ điều chế so sánh từ 2 đến 6 và lượng hao hụt do bốc cháy của chúng được đo bằng phương pháp được mô tả dưới đây. Ngoài ra, tỉ lệ $(D50-D10)/(D90-D50)$ của biểu thức (I) của từng tro bay của các ví dụ điều chế so sánh từ 2 đến 6 được thể hiện trong Bảng 2. Đối với tro bay của các ví dụ điều chế so sánh từ 2 đến 6, toàn bộ lượng tro bay nguyên liệu thô được sử dụng vì không có tro bay nào bị loại bỏ. Do đó, “Tỉ lệ sử dụng của tro bay so với nguyên liệu thô” trong Bảng 2 được thể hiện là “100%”.

Bảng 1

Ví dụ điều chế	D10 (μm)	D50 (μm)	D90 (μm)	(D50-D10)/ (D90-D50)	Lượng hao hụt do bốc cháy (% khối lượng)
Ví dụ điều chế 1	8,9	22,6	65,5	0,32	5,0
Ví dụ điều chế 2	7,4	23,5	65,9	0,38	9,5
Ví dụ điều chế 3	5,5	21,8	56,5	0,47	14,8
Ví dụ điều chế 4	9,9	23,2	51,5	0,47	5,0
Ví dụ điều chế 5	7,8	23,1	66,5	0,35	7,0
Ví dụ điều chế 6	11,8	23,8	68,1	0,27	5,5
Ví dụ điều chế 7	8,4	19,9	66,8	0,25	14,8
Ví dụ điều chế đối chứng 1	8,1	16,5	65,5	0,17	1,9
Ví dụ điều chế so sánh 2	9,3	17,9	66,0	0,18	14,5
Ví dụ điều chế so sánh 3	9,8	25,9	59,8	0,47	5,0
Ví dụ điều chế so sánh 4	6,5	15,5	63,5	0,19	15,5
Ví dụ điều chế so sánh 5	7,5	13,5	57,2	0,14	14,9
Ví dụ điều chế so sánh 6	5,5	22,5	55,6	0,51	13,0

Phân tích tro bay

Từ tro bay của Ví dụ điều chế từ 1 đến 7, Ví dụ điều chế đối chứng 1, và Ví dụ điều chế so sánh từ 2 đến 6 được tạo ra như sau. Các kết quả được thể hiện trong Bảng 2.

Phép đo diện tích bề mặt riêng Blaine

Diện tích bề mặt riêng Blaine của tro bay thu được được đo bằng phương pháp Blaine (phương pháp đo diện tích bề mặt riêng) được mô tả trong JIS A6201 “Fly Ash

for Use in Concrete”.

Phép đo lường (% khối lượng) pha tinh thể và pha vô định hình trong tro bay

Lượng (% khối lượng) pha tinh thể và lượng pha vô định hình trong tro bay này được đo bằng phân tích Rietveld sử dụng nguyên liệu tiêu chuẩn nội bộ bằng nhiễu xạ kế bột tia X. Là nhiễu xạ kế bột tia X, D8 Advance (được sản xuất bởi Bruker AXS GmbH) được sử dụng. Các điều kiện đo, nguyên liệu tiêu chuẩn nội bộ, và các điều kiện phân tích Rietveld được mô tả dưới đây.

Các điều kiện đo

Bóng đèn tia X: Cu

Điện áp ống: 40kV

Dòng điện ống: 40mA

Khoảng đo của góc nhiễu xạ 2θ : góc ban đầu = 5° , góc kết thúc = $70^\circ/75^\circ$

* Trong trường hợp rutin loại titan dioxit được bổ sung làm nguyên liệu tiêu chuẩn nội bộ và góc kết thúc là 70° , hình dạng đỉnh của titan dioxit là khoảng 70° có thể không thu được chính xác. Do đó, góc kết thúc này được đặt là 75° cho mẫu mà titan dioxit được bổ sung vào.

Chiều rộng bước: $0,025^\circ/\text{bước}$

Thời gian đo: 60 giây/bước

Nguyên liệu tiêu chuẩn nội bộ: rutin loại titan dioxit

Các điều kiện phân tích Rietveld

Phần mềm phân tích Rietveld: TOPAS Ver. 4.2 (được sản xuất bởi Bruker AXS GmbH)

Hiệu chỉnh điểm không: không được tiến hành

Hiệu chỉnh chiều cao của bề mặt mẫu: được tiến hành

Khoáng chất đích phân tích: thạch anh, mulit (3:2), anhydrit, đá vôi, magnetit, hematit, và titan dioxit (chỉ có mẫu được bổ sung là nguyên liệu tiêu chuẩn nội bộ)

Chức năng định hướng được ưu tiên của pha hematit: dường như sự định hướng được ưu tiên của pha hematit xuất hiện trên đường nhiễu xạ của (110) mặt phẳng tại

góc nhiễu xạ 2θ khoảng 35,5, tác dụng làm mịn được tiến hành bằng cách sử dụng chức năng March-Dollase với giá trị hệ số ban đầu là 1. Đối với pha magnetit, đường nhiễu xạ định hướng được ưu tiên không xuất hiện.

Quy trình đo pha tinh thể là magnetit hoặc hematit và pha vô định hình trong tro bay được mô tả dưới đây.

(i) Là nguyên liệu tiêu chuẩn nội bộ, tro bay (mẫu 1) trong đó 20% khối lượng rutin loại titan dioxit được bổ sung, và tro bay (mẫu 2) trong đó không có nguyên liệu tiêu chuẩn nội bộ nào được bổ sung được tạo ra.

(ii) Tro bay (mẫu 2) trong đó không có nguyên liệu tiêu chuẩn nội bộ nào được bổ sung được đo bằng nhiễu xạ kế bột tia X. Việc làm khít giữa mô hình nhiễu xạ bột tia X thu được của tro bay này (mẫu 2) và mỗi hồ sơ lý thuyết của thạch anh, mulit (3:2), anhydrit, đá vôi, magnetit, và hematit làm khoảng chất đích cho phân tích được tiến hành để phân tích định lượng các khoáng chất đích cho phân tích tương ứng trong tro bay. Tiếp theo, các lượng (% khối lượng) của các khoáng chất đích cho phân tích tương ứng được tính bằng phần mềm phân tích. Đối với magnetit và hematit, các lượng (% khối lượng) magnetit và hematit trong tro bay được tính chỉ từ tro bay (mẫu 2) trong đó nguyên liệu tiêu chuẩn nội bộ được bổ sung.

Lý do tại sao mẫu 2 trong đó không có nguyên liệu tiêu chuẩn nội bộ nào được bổ sung được sử dụng cho phân tích định lượng magnetit và hematit là các đỉnh của magnetit và hematit tại góc nhiễu xạ 2θ = xung quanh $35,5^\circ \sim 35,6^\circ$ hoặc nhỏ hơn là gần với đỉnh của rutin loại titan dioxit ở góc nhiễu xạ 2θ = xung quanh $36,1^\circ$. Cụ thể, lý do là như sau. Trong trường hợp rutin loại titan dioxit có đường kính hạt nhỏ và cỡ mầm tinh thể nhỏ được sử dụng làm nguyên liệu tiêu chuẩn nội bộ, xảy ra hiện tượng mở rộng đỉnh, và vùng lân cận của đáy của đỉnh rutin loại titan dioxit tại góc nhiễu xạ $2\theta = 36,1^\circ$ chồng lên các đỉnh của magnetit và hematit. Cụ thể là, trong trường hợp hàm lượng magnetit hoặc hematit thấp, có hiệu quả lớn trên giá trị được xác định bằng phân tích định lượng.

(iii) Tro bay (mẫu 1) trong đó rutin loại titan dioxit được bổ sung vào làm nguyên liệu tiêu chuẩn nội bộ được đo bằng nhiễu xạ kế bột tia X. Việc làm khít giữa mô hình nhiễu xạ bột tia X thu được của tro bay này (mẫu 1) và mỗi hồ sơ lý thuyết của thạch anh, mulit (3:2), anhydrit, đá vôi, hematit, magnetit, và titan dioxit làm khoáng chất

đích cho phân tích được tiến hành để phân tích định lượng các khoáng chất đích cho phân tích tương ứng trong tro bay (mẫu 1) trong đó nguyên liệu tiêu chuẩn nội bộ được bổ sung vào. Tiếp theo, các lượng (% khối lượng) của các khoáng chất đích cho phân tích tương ứng được tính bằng phần mềm phân tích.

(iv) Dựa vào giá trị được xác định bằng phân tích định lượng của rutin loại titan dioxit của mẫu 1, tổng lượng G_{total} (% khối lượng) của pha vô định hình chứa cacbon chưa cháy được tính theo biểu thức (A) sau đây.

$$\text{Tổng lượng } G_{\text{total}} \text{ pha vô định hình} = 100 \times (Y-X) / \{Y \times (100-X)/100\} \quad (A)$$

Trong biểu thức (A), X thể hiện lượng (20% khối lượng) nguyên liệu tiêu chuẩn nội bộ bổ sung, và Y thể hiện giá trị (% khối lượng) được xác định bằng phân tích Rietveld của rutin loại titan dioxit.

(v) Tổng lượng pha vô định hình được phân tích định lượng dựa trên hàm lượng (% khối lượng) pha tinh thể của khoáng chất đích cho phân tích trong mẫu 1. Tiếp theo, hàm lượng pha tinh thể xem xét đến tổng lượng pha vô định hình được tính dựa trên hàm lượng (% khối lượng) khoáng chất đích cho phân tích của mẫu 2. Pha tinh thể (xem xét đến đến Tổng lượng G_{total} pha vô định hình) = Pha tinh thể (Giá trị phân tích của mẫu 2) $\times (100-G_{\text{total}})/100$ (B)

Trong biểu thức (B), G_{total} thể hiện tổng lượng (%) pha vô định hình được xác định bằng phân tích định lượng từ biểu thức (A) dựa trên giá trị phân tích của mẫu 1.

(vi) Đặc biệt là, theo biểu thức (1) sau đây, tổng lượng G_{total} (% khối lượng) pha vô định hình được tính theo biểu thức (A) trừ đi hàm lượng (% khối lượng) cacbon chưa cháy trong tro bay, và giá trị thu được này được đặt là lượng G_{FA} (% khối lượng) của pha vô định hình trong tro bay. Lượng hao hụt do bốc cháy được đo theo JIS A6201 “Fly Ash for Use in Concrete” được đặt là hàm lượng (% khối lượng) cacbon chưa cháy trong tro bay.

Lượng G_{FA} (% khối lượng) pha vô định hình trong tro bay = Tổng lượng G_{total} (% khối lượng) pha vô định hình thu được bằng phân tích Rietveld - Hàm lượng (% khối lượng) cacbon chưa cháy (1)

Phép đo lượng (% khối lượng) Fe trong pha vô định hình của tro bay

Lượng Fe trong pha vô định hình của tro bay này được tính theo biểu thức (2) sau

đây bằng phân tích Rietveld và phân tích huỳnh quang tia X.

Lượng (% khối lượng) Fe trong pha vô định hình của tro bay = $\{[(a) \text{ Tổng lượng (Giá trị phân tích huỳnh quang tia X) Fe trong tro bay} - ((b) \text{ Tổng lượng Fe trong Hematit và Magnetit thu được bằng phân tích Rietveld})] / ((c) \text{ Lượng (\% khối lượng) pha vô định hình thu được bằng phân tích Rietveld}) - (d) \text{ Lượng (\% khối lượng) cacbon chưa cháy})\} \times 100$ (2)

Trong biểu thức (2), (a) tổng lượng Fe trong tro bay này có thể được tính bằng cách chuyển thành lượng Fe sử dụng biểu thức (3) sau đây dựa vào giá trị đo được 1 của lượng Fe (oxit sắt (III): Fe_2O_3) trên quan điểm các oxit được đo theo JIS R5204 “Chemical Analysis Method of Cement by X-Ray Fluorescence”

(a) Tổng lượng (% khối lượng) Fe trong tro bay = Giá trị đo được 1 $\times 2\text{Fe}/\text{Fe}_2\text{O}_3$ (111,6/159,69) (3)

Trong biểu thức (2), (b) tổng lượng Fe trong hematit và magnetit thu được bằng phân tích Rietveld có thể được tính theo biểu thức (4) và (5) sau đây dựa trên giá trị đo được 2 của hematit và giá trị đo được 3 của magnetit mà được đo bằng phân tích Rietveld bằng phương pháp được mô tả ở phần Ví dụ thực hiện sáng chế dưới đây. Ngoài ra, (b) tổng lượng Fe trong hematit và magnetit là tổng của lượng Fe trong hematit và lượng Fe trong magnetit.

(c-1) Lượng (% khối lượng) Fe trong Hematit = Giá trị đo được 2 $\times 2\text{Fe}/\text{Fe}_2\text{O}_3$ (111,6/159,69) (4)

(c-2) Lượng (% khối lượng) Fe trong Magnetit = Giá trị đo được 3 $\times 3\text{Fe}/\text{Fe}_3\text{O}_4$ (167,4/231,5) (5)

Lượng (% khối lượng) cacbon chưa cháy trong tro bay

Là (d) lượng (% khối lượng) cacbon chưa cháy trong tro bay, lượng hao hụt do bốc cháy được đo theo JIS A6201 “Fly Ash for Use in Concrete” được thu.

Lượng (% khối lượng) cacbon chưa cháy có đường kính hạt lớn hơn $212\mu\text{m}$

Là lượng (% khối lượng) cacbon chưa cháy có đường kính hạt lớn hơn $212\mu\text{m}$ trong tro bay, lượng hao hụt do bốc cháy của tro bay giữ lại trên sàng có mắt $212\mu\text{m}$ có thể thu được theo JIS Z8801-1 “Test Sieves Part 1: Test Sieves of Metal Wire

Cloth”.

Tỉ lệ khối lượng (%) của cacbon chưa cháy có đường kính hạt lớn hơn 212µm so với cacbon chưa cháy trong tro bay

Tỉ lệ khối lượng (cacbon chưa cháy có đường kính hạt lớn hơn 212µm/cacbon chưa cháy) của cacbon chưa cháy có đường kính hạt lớn hơn 212µm trong tro bay so với cacbon chưa cháy trong tro bay được tính theo biểu thức (6) sau đây.

Cacbon chưa cháy có đường kính hạt lớn hơn 212µm/cacbon chưa cháy (%) = Cacbon chưa cháy (% khối lượng) có đường kính hạt lớn hơn 212µm trong tro bay ÷ Cacbon chưa cháy (% khối lượng) trong tro bay × 100 (6)

Chế phẩm xi măng

Các ví dụ từ 1 đến 7, các ví dụ đối chứng từ 8 đến 10

Các tro bay được tạo ra trong các ví dụ điều chế từ 1 đến 7 được trộn với xi măng poóc lăng thông thường ở các tỉ lệ trộn được thể hiện trong Bảng 2, tương ứng. Kết quả là, chế phẩm xi măng của các ví dụ từ 1 đến 7, và các ví dụ đối chứng từ 8 đến 10 được sản xuất.

Các ví dụ so sánh từ 1 đến 6

Các tro bay được tạo ra trong Ví dụ điều chế đối chứng 1 và Ví dụ điều chế so sánh từ 2 đến 6 được trộn với xi măng poóc lăng thông thường ở tỉ lệ trộn được thể hiện trong Bảng 2, tương ứng. Kết quả là, chế phẩm xi măng của các ví dụ so sánh từ 1 đến 6 được sản xuất.

Đối với mỗi chế phẩm xi măng thu được, tỉ lệ khối lượng (%) của cacbon chưa cháy có đường kính hạt lớn hơn 212µm trong chế phẩm xi măng, tính lưu động, cường độ chịu nén của vữa, và thời gian đông kết được đo. Các phương pháp đo sẽ được mô tả dưới đây. Ngoài ra, các kết quả đo này được thể hiện trong Bảng 2.

Lượng (% khối lượng) cacbon chưa cháy có đường kính hạt lớn hơn 212µm trong chế phẩm xi măng

Lượng (% khối lượng) cacbon chưa cháy có đường kính hạt lớn hơn 212µm trong chế phẩm xi măng được tính theo biểu thức (7) sau đây.

Lượng (% khối lượng) cacbon chưa cháy có đường kính hạt lớn hơn 212 μ m trong chế phẩm xi măng = Hàm lượng tro bay (% khối lượng) trong chế phẩm xi măng $\times$ Lượng (% khối lượng) cacbon chưa cháy có đường kính hạt lớn hơn 212 μ m trong tro bay $\div$ 100 (7)

Tính lưu động: Đánh giá tính lưu động của vữa

Sử dụng chế phẩm xi măng chứa tro bay của từng ví dụ và ví dụ so sánh, thử nghiệm tính lưu động theo JIS R5201 “Physical Testing Methods for Cement” được tiến hành tại nhiệt độ môi trường 20°C và tại nhiệt độ môi trường 30°C mà không sử dụng chất phụ gia để đo giá trị dòng của vữa. Tại nhiệt độ môi trường 20°C, tính lưu động của vữa có giá trị dòng 180mm hoặc lớn hơn được đánh giá là cao, và tính lưu động của vữa có giá trị dòng thấp hơn 180mm được đánh giá là thấp. Tại nhiệt độ môi trường 30°C, tính lưu động của vữa có giá trị dòng 165mm hoặc lớn hơn được đánh giá là cao, và tính lưu động của vữa có giá trị dòng thấp hơn 165mm được đánh giá là thấp.

Thử nghiệm thời gian đông kết

Sử dụng chế phẩm xi măng chứa tro bay của từng ví dụ và ví dụ so sánh, thử nghiệm thời gian đông kết được tiến hành theo Phụ lục A (tiêu chuẩn) Thử nghiệm thời gian đông kết theo JIS R5201 “Physical Testing Methods for Cement” ngoại trừ nhiệt độ phòng thí nghiệm trong đó mẫu đo được tạo ra và thử nghiệm được tiến hành được đặt là 30 $\pm$ 2°C. Trong trường hợp thời gian bắt đầu đông kết của vữa là 110 phút hoặc lâu hơn và thời gian hoàn thành đông kết của vữa là 160 phút hoặc lâu hơn, thời gian đông kết này được đánh giá là dài. Trong trường hợp thời gian bắt đầu đông kết của vữa ngắn hơn 110 phút và thời gian hoàn thành đông kết của vữa ngắn hơn 160 phút, thời gian đông kết này được đánh giá là ngắn.

Cường độ chịu nén của vữa ở tuổi nguyên liệu 3 ngày, tuổi nguyên liệu 28 ngày, và tuổi nguyên liệu 91 ngày

Sử dụng chế phẩm xi măng chứa tro bay của từng ví dụ và ví dụ so sánh, cường độ chịu nén của vữa được đo ở tuổi nguyên liệu 3 ngày, tuổi nguyên liệu 28 ngày, và tuổi nguyên liệu 91 ngày theo “11. Thử nghiệm độ bền” của JIS R5201 “Physical Testing Methods for Cement”. Trong trường hợp cường độ chịu nén của vữa ở tuổi

nguyên liệu 3 ngày là 22N/mm^2 hoặc lớn hơn, cường độ chịu nén ban đầu này của vữa được đánh giá là cao. Trong trường hợp cường độ chịu nén của vữa ở tuổi nguyên liệu 3 ngày thấp hơn 22N/mm^2 , cường độ chịu nén ban đầu này của vữa được đánh giá là thấp. Trong trường hợp cường độ chịu nén của vữa ở tuổi nguyên liệu 28 ngày là 50N/mm^2 hoặc lớn hơn, cường độ chịu nén này của vữa được đánh giá là cao. Trong trường hợp cường độ chịu nén của vữa ở tuổi nguyên liệu 28 ngày thấp hơn 50N/mm^2 , cường độ chịu nén này của vữa được đánh giá là thấp. Trong trường hợp cường độ chịu nén của vữa ở tuổi nguyên liệu 91 ngày là 75N/mm^2 hoặc lớn hơn, cường độ chịu nén lâu dài này của vữa được đánh giá là cao. Trong trường hợp cường độ chịu nén của vữa ở tuổi nguyên liệu 91 ngày thấp hơn 75N/mm^2 , cường độ chịu nén lâu dài này của vữa được đánh giá là thấp.

Bảng 2

		Tro bay							Chế phẩm xi măng									
		Tỉ lệ sử dụng của tro bay so với nguyên liệu thô (%)	Diện tích bề mặt riêng Blaine (cm ² /g)	Tỉ lệ đường kính hạt (D50-D10)/(D90-D50)	Lượng pha vô định hình (% khối lượng)	Lượng Fe trong pha vô định hình (% khối lượng)	Lượng cacbon chưa cháy (% khối lượng)	Lượng cacbon chưa cháy có đường kính hạt lớn hơn 212µm (% khối lượng)	Tỉ lệ khối lượng pha vô định hình/ cặn không được nung (%)	Hàm lượng tro bay (% khối lượng)	Lượng cacbon chưa cháy có đường kính hạt lớn hơn 212µm (% khối lượng)	Giá trị dòng (20°C) (mm)	Giá trị dòng (30°C) (mm)	Thử nghiệm thời gian đông kết		Cường độ chịu nén của vữa		
														Thời gian bắt đầu đông kết (phút)	Thời gian hoàn thành đông kết (phút)	3 ngày (N/mm ²)	28 ngày (N/mm ²)	91 ngày (N/mm ²)
Ví dụ 1	Ví dụ điều chế 1	100	3210	0,32	75,1	3,6	5,0	0,5	10,0	15	0,1	193	174	110	165	29,5	56,2	79,5
		100	3210	0,32	75,1	3,6	5,0	0,5	10,0	25	0,1	194	174	120	185	24,1	51,7	79,2
Ví dụ 3	Ví dụ điều chế 2	100	3500	0,38	59,8	6,0	9,5	2,4	25,3	20	0,5	189	171	130	190	26,8	54,3	77,5
		100	3500	0,38	59,8	6,0	9,5	2,4	25,3	30	0,7	190	171	135	195	22,6	51,2	79,8
Ví dụ 5	Ví dụ điều chế 3	100	4300	0,47	65,3	4,4	14,8	4,5	30,4	20	0,9	185	167	140	200	26,5	54,3	76,3
		100	4300	0,47	65,3	4,4	14,8	4,5	30,4	29	1,3	184	166	155	210	23,0	50,5	78,1
Ví dụ 7	Ví dụ điều chế 4	100	3210	0,47	61,3	6,5	5,0	0,9	18,0	11	0,1	180	166	75	135	29,5	59,2	78,1
		100	4100	0,35	65,8	3,3	7,0	0,9	12,9	25	0,2	182	169	135	170	22,5	47,9	72,2

Ví dụ đối chứng 9	Ví dụ điều chế 6	100	2800	0,27	71,5	3,7	5,5	0,9	16,4	25	0,2	196	168	120	170	23,8	47,5	73,8
Ví dụ đối chứng 10	Ví dụ điều chế 7	100	3520	0,25	51,5	9,5	14,8	2,3	15,5	25	0,6	185	173	155	195	22,3	48,8	71,5
Ví dụ so sánh 1	Ví dụ điều chế đối chứng 1	70	3900	0,17	61,5	4,8	1,9	0,1	5,3	25	0,0	175	162	115	165	24,4	53,8	75,5
Ví dụ so sánh 2	Ví dụ điều chế so sánh 2	100	3150	0,18	65,1	5,8	14,5	5,2	35,9	28	1,5	175	145	160	215	23,2	47,1	73,2
Ví dụ so sánh 3	Ví dụ điều chế so sánh 3	100	3210	0,47	67,3	5,7	5,0	0,9	18,0	33	0,3	185	170	145	220	20,5	47,1	75,2
Ví dụ so sánh 4	Ví dụ điều chế so sánh 4	100	4400	0,19	55,1	6,5	15,5	3,0	19,4	28	0,8	176	148	155	205	23,0	47,3	73,2
Ví dụ so sánh 5	Ví dụ điều chế so sánh 5	100	3800	0,14	70,1	4,4	14,9	5,2	34,9	30	1,6	168	145	160	215	22,6	47,3	75,1
Ví dụ so sánh 6	Ví dụ điều chế so sánh 6	100	4650	0,51	71,5	6,4	13,0	2,3	17,7	25	0,6	175	140	100	155	22,8	50,2	79,1

Như được thể hiện trong Bảng 2, trong chế phẩm xi măng của các ví dụ từ 1 đến 8 sử dụng các tro bay của ví dụ điều chế từ 1 đến 5 trong đó tỉ lệ (D50-D10)/(D90-D50) lớn hơn 0,3 và 0,5 hoặc nhỏ hơn, giá trị dòng ở 20°C rất cao ở 180mm hoặc lớn hơn, giá trị dòng ở 30°C rất cao ở 165mm hoặc lớn hơn, và cả cường độ chịu nén ban đầu của vữa ở tuổi nguyên liệu 3 ngày và cường độ chịu nén của vữa ở tuổi nguyên liệu 28 ngày đều cao. Ngoài ra, trong chế phẩm xi măng của các ví dụ từ 1 đến 7, cường độ chịu nén lâu dài của vữa ở tuổi nguyên liệu 91 ngày cao ở 76,3N/mm² hoặc lớn hơn, và sự tăng cường độ bền lâu dài được cải thiện thêm.

Trong chế phẩm xi măng của ví dụ 7, hàm lượng tro bay của ví dụ điều chế 4 này trong chế phẩm xi măng thấp ở 11% khối lượng. Do đó, tính lưu động và cường độ chịu nén cao, nhưng thời gian đông kết bị rút ngắn.

Trong chế phẩm xi măng của ví dụ đối chứng 8, tro bay của ví dụ điều chế 5 được sử dụng, và lượng Fe trong pha vô định hình của tro bay của ví dụ điều chế 5 là thấp ở 3,3% khối lượng. Do đó, sự tăng cường độ bền lâu dài ở tuổi nguyên liệu 28 ngày và tuổi nguyên liệu 91 ngày này là thấp hơn.

Trong chế phẩm xi măng của ví dụ đối chứng 9, tro bay của ví dụ điều chế 6 được sử dụng, diện tích bề mặt riêng Blaine của tro bay của ví dụ điều chế 6 là 2800 cm²/g, lượng bột thô tương đối lớn, và sự tăng cường độ bền lâu dài ở tuổi nguyên liệu 28 ngày và tuổi nguyên liệu 91 ngày là thấp hơn.

Trong chế phẩm xi măng của ví dụ đối chứng 10, tro bay của ví dụ điều chế 7 được sử dụng, và lượng pha vô định hình ở pha vô định hình của tro bay này của ví dụ điều chế 7 là thấp ở 51,5% khối lượng. Do đó, sự tăng cường độ bền lâu dài ở tuổi nguyên liệu 28 ngày và tuổi nguyên liệu 91 ngày này là thấp hơn.

Như được thể hiện trong Bảng 2, trong tro bay của ví dụ điều chế đối chứng 1 mà cùng là tro bay loại II được xác định theo JIS A6201 “Fly Ash for Use in Concrete”, khoảng 30% thể tích của tro bay này cần thiết phải loại bỏ khỏi tro bay nguyên liệu thô để thỏa mãn tiêu chuẩn JIS, tỉ lệ của tro bay được sử dụng so với tro bay nguyên liệu thô là 70%, và toàn bộ lượng tro bay nguyên liệu thô không được sử dụng một cách hiệu quả.

Như được thể hiện trong Bảng 2, trong chế phẩm xi măng của ví dụ so sánh 1, tỉ

lệ $(D50-D10)/(D90-D50)$ của tro bay của ví dụ điều chế đối chứng 1 là thấp ở 0,17, và cường độ chịu nén ban đầu của vữa ở tuổi nguyên liệu 3 ngày, cường độ chịu nén của vữa ở tuổi nguyên liệu 28 ngày, và cường độ chịu nén lâu dài của vữa ở tuổi nguyên liệu 91 ngày là tương đối cao. Tuy nhiên, giá trị dòng tại 20°C và giá trị dòng tại 30°C không thỏa mãn các giá trị tiêu chuẩn đánh giá (20°C: 180mm hoặc lớn hơn; 30°C: 165mm hoặc lớn hơn), và tính lưu động kém.

Như được thể hiện trong Bảng 2, trong chế phẩm xi măng của ví dụ so sánh 2, tỉ lệ $(D50-D10)/(D90-D50)$ của tro bay của ví dụ điều chế so sánh 2 là thấp ở 0,18, tỉ lệ khối lượng (cacbon chưa cháy có đường kính hạt lớn hơn 212µm/cacbon chưa cháy) của cacbon chưa cháy có đường kính hạt lớn hơn 212µm so với cacbon chưa cháy trong tro bay là cao hơn 35%, lượng cacbon chưa cháy thô xốp này là cao, tính lưu động kém, và sự tăng cường độ bền lâu dài ở tuổi nguyên liệu 28 ngày và tuổi nguyên liệu 91 ngày kém.

Như được thể hiện trong Bảng 2, trong tro bay của ví dụ điều chế so sánh 3 được sử dụng trong ví dụ so sánh 3, diện tích bề mặt riêng Blaine và tỉ lệ $(D50-D10)/(D90-D50)$ là giống như của tro bay của ví dụ điều chế 4. Hàm lượng tro bay trong chế phẩm xi măng cao hơn 30% khối lượng, và tính lưu động cao. Tuy nhiên, cường độ chịu nén ban đầu ở tuổi nguyên liệu 3 ngày là thấp, và cường độ chịu nén của vữa ở tuổi nguyên liệu 28 ngày là thấp.

Như được thể hiện trong Bảng 2, trong chế phẩm xi măng của ví dụ so sánh 4, tỉ lệ $(D50-D10)/(D90-D50)$ của tro bay của ví dụ điều chế so sánh 4 thấp ở 0,19, và lượng cacbon chưa cháy thô và xốp tương đối cao. Do đó, tính lưu động ở 20°C và tính lưu động ở 30°C là kém, cường độ chịu nén của vữa sau tuổi nguyên liệu 28 ngày là thấp, và cường độ chịu nén của vữa sau tuổi nguyên liệu 91 ngày là thấp.

Như được thể hiện trong Bảng 2, trong chế phẩm xi măng của ví dụ so sánh 5, tỉ lệ $(D50-D10)/(D90-D50)$ của tro bay của ví dụ điều chế so sánh 5 thấp ở 0,14, và lượng cacbon chưa cháy có đường kính hạt lớn hơn 212µm trong chế phẩm xi măng cao ở 1,6% khối lượng. Do đó, lượng cacbon chưa cháy thô và xốp là cao, tính lưu động ở 20°C và tính lưu động ở 30°C kém, và cường độ chịu nén của vữa ở tuổi nguyên liệu 28 ngày là kém.

Như được thể hiện trong Bảng 2, trong chế phẩm xi măng của ví dụ so sánh 6, tỉ lệ (D50-D10)/(D90-D50) của tro bay của ví dụ điều chế so sánh 6 cao ở 0,51 là cao hơn 0,5, diện tích bề mặt riêng Blaine cũng cao ở 4650cm²/g, lượng hạt tương đối mịn trong tro bay cao, và tính lưu động ở 20°C và tính lưu động ở 30°C là kém. Ngoài ra, thời gian đông kết ở 30°C ngắn.

Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Theo sáng chế, chế phẩm xi măng có khả năng đóng góp vào sự tăng cường độ bền lâu dài, phương pháp sản xuất chế phẩm này, và phương pháp sản xuất tro bay dùng cho chế phẩm xi măng có thể được tạo ra bằng cách sử dụng tro bay được tạo ra tăng lên khi sự phát điện trong nhà máy nhiệt điện đốt than ngày càng tăng lên, tro bay có khả năng duy trì các tính chất làm chất phụ gia như cải thiện tính lưu động hoặc đóng góp vào sự tăng cường độ bền làm chất phụ gia mà không cần loại bỏ một phần tro bay này.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Chế phẩm xi măng bao gồm:

xi măng và tro bay, và

hàm lượng tro bay là 30% khối lượng hoặc nhỏ hơn, và

tro bay này thỏa mãn biểu thức (I) dưới đây về sự phân bố đường kính hạt theo thể tích,

lượng pha vô định hình trong tro bay này là bằng hoặc lớn hơn 55% khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 75,1% khối lượng tính theo tổng lượng pha tinh thể và pha vô định hình này trong tro bay,

lượng Fe trong pha vô định hình của tro bay này là bằng hoặc lớn hơn 3,5% khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 10% khối lượng, và

diện tích bề mặt riêng Blaine của tro bay này là bằng hoặc lớn hơn 3000cm²/g và nhỏ hơn hoặc bằng 4500 cm²/g,

$$0,25 \leq (D50-D10)/(D90-D50) \leq 0,47 \quad (I),$$

trong đó D10, D50 và D90 thể hiện các đường kính hạt tương ứng với tần suất tích lũy 10%, tần suất tích lũy 50% và tần suất tích lũy 90% theo thứ tự từ đường kính nhỏ nhất của tro bay này.

2. Chế phẩm xi măng theo điểm 1, trong đó hàm lượng tro bay là 12% khối lượng hoặc lớn hơn.

3. Chế phẩm xi măng theo điểm 1 hoặc 2, trong đó lượng cacbon chưa cháy trong tro bay bằng hoặc lớn hơn 3% khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 15% khối lượng.

4. Chế phẩm xi măng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3, trong đó lượng cacbon chưa cháy có đường kính hạt lớn hơn 212μm có trong chế phẩm xi măng này là 1,5% khối lượng hoặc nhỏ hơn.

5. Chế phẩm xi măng theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 4, trong đó tỉ lệ khối lượng của cacbon chưa cháy có đường kính hạt lớn hơn 212μm trong tro bay so với cacbon chưa cháy trong tro bay là 35% khối lượng hoặc nhỏ hơn.

6. Phương pháp sản xuất tro bay dùng cho chế phẩm xi măng, phương pháp này bao

gồm các bước:

phân tách tro bay nguyên liệu thô,

nghiền bột thô tro bay đã được phân tách có đường kính hạt là 45µm hoặc lớn hơn, và

trộn tro bay nguyên liệu thô và tro bay đã được nghiền với nhau để thỏa mãn biểu thức (I) dưới đây về sự phân bố đường kính hạt theo thể tích,

lượng pha vô định hình trong tro bay là bằng hoặc lớn hơn 55% khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 75,1% khối lượng tính theo tổng lượng pha tinh thể và pha vô định hình này trong tro bay đã trộn,

lượng Fe trong pha vô định hình của tro bay bằng hoặc lớn hơn 3,5% khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 10% khối lượng, và

diện tích bề mặt riêng Blaine của tro bay bằng hoặc lớn hơn 3000cm²/g và nhỏ hơn hoặc bằng 4500cm²/g,

$$0,25 \leq (D50-D10)/(D90-D50) \leq 0,47 \quad (I),$$

trong đó D10, D50 và D90 thể hiện các đường kính hạt tương ứng với tần suất tích lũy 10%, tần suất tích lũy 50% và tần suất tích lũy 90% theo thứ tự tương ứng từ đường kính nhỏ nhất của tro bay.

7. Phương pháp sản xuất chế phẩm xi măng, phương pháp này bao gồm các bước:

phân tách tro bay nguyên liệu thô,

nghiền bột thô tro bay đã được phân tách có đường kính hạt là 45µm hoặc lớn hơn,

trộn tro bay nguyên liệu thô và tro bay đã được nghiền với nhau để thỏa mãn biểu thức (I) dưới đây về sự phân bố đường kính hạt theo thể tích, và

bổ sung tro bay đã trộn để lượng của nó là 30% khối lượng hoặc nhỏ hơn tính theo tổng lượng chế phẩm xi măng,

lượng pha vô định hình trong tro bay bằng hoặc lớn hơn 55% khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 75,1% khối lượng tính theo tổng lượng pha tinh thể và pha vô định hình này trong tro bay đã trộn,

lượng Fe trong pha vô định hình của tro bay bằng hoặc lớn hơn 3,5% khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 10% khối lượng, và

diện tích bề mặt riêng Blaine của tro bay bằng hoặc lớn hơn 3000cm²/g và nhỏ hơn hoặc bằng 4500cm²/g,

$$0,25 \leq (D50-D10)/(D90-D50) \leq 0,47 \quad (I),$$

trong đó D10, D50 và D90 thể hiện các đường kính hạt tương ứng với tần suất tích lũy 10%, tần suất tích lũy 50% và tần suất tích lũy 90% theo thứ tự từ đường kính nhỏ nhất của tro bay.

8. Phương pháp sản xuất chế phẩm xi măng theo điểm 7, trong đó hỗn hợp tro bay được bổ sung để lượng của nó là 12% khối lượng hoặc lớn hơn tính theo tổng lượng chế phẩm xi măng.