



(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)



1-0044342

(51)^{2020.01} C04B 7/02

(13) B

(21) 1-2021-07722

(22) 18/03/2021

(86) PCT/JP2021/011170 18/03/2021

(87) WO 2021/193368 30/09/2021

(30) 2020-058538 27/03/2020 JP

(45) 25/03/2025 444

(43) 26/12/2022 417A

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

6-28, Rokubancho, Chiyoda-ku, Tokyo 1028465, Japan

(72) SHIMIZU, Jun (JP); YAMADA, Yoh (JP); YAMAGATA, Kyosuke (JP); SATO, Tomoki (JP); NASU, Hideyuki (JP).

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

(54) CLINKE XI MĂNG VÀ CHẾ PHẨM XI MĂNG

(21) 1-2021-07722

(57) Sáng chế đề xuất clinke xi măng và chế phẩm xi măng có khả năng cải thiện sự phát triển cường độ của vữa trong khi ngăn chặn sự gia tăng gánh nặng cho môi trường.

Clinke xi măng bao gồm: $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ theo tỷ lệ, được tính bằng công thức Bogue, lớn hơn hoặc bằng 50,0% theo khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 75,0% theo khối lượng; $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ theo tỷ lệ, được tính bằng công thức Bogue, lớn hơn hoặc bằng 5,0% theo khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 25,0% theo khối lượng; MgO; Na₂O; và MnO, trong đó công thức (1) được thỏa mãn.

$$\text{MgO_C}_3\text{S} \times (-0,6) + \text{Na}_2\text{O_C}_3\text{S} \times (15,3) + \text{MgO_C}_2\text{S} \times (-6,9) + \text{Na}_2\text{O_C}_2\text{S} \times (5,2) + \text{MnO_C}_2\text{S} \times (145,7) \geq 5,700 \dots (1)$$

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến clinke xi măng và chế phẩm xi măng, đặc biệt là xi măng Portland thông thường.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Với phương pháp cải thiện sự phát triển cường độ của vữa, phương pháp làm tăng độ mịn (diện tích bề mặt riêng Blaine) của chế phẩm xi măng và phương pháp làm tăng hàm lượng $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ trong chế phẩm xi măng đã được biết đến (tài liệu phi sáng chế số 1).

Ngoài ra, TiO_2 và MgO , là các thành phần vi lượng trong clinke xi măng, tạo nên thành phần khoáng và đặc tính vật lý của xi măng. Ví dụ, người ta báo cáo rằng khi hàm lượng MgO tăng, thì khả năng phản ứng của alit giảm và sự phát triển cường độ giảm (tài liệu phi sáng chế số 2).

Danh mục tài liệu trích dẫn

Tài liệu phi sáng chế

Tài liệu phi sáng chế số 1: Cement Association, “Common Knowledge of Cement”, “4. Types and Applications of Cement”, 2004, pp. 11-17

Tài liệu phi sáng chế số 2: Keiji Chabayashi và các đồng tác giả, “Effects of TiO_2 and MgO on clinker mineral composition and physical properties of cement”, Cement and Concrete Proceedings, vol. 66 (2012), pp. 211-216

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật

Tuy nhiên, khi sự phát triển cường độ của vữa được tăng lên nhờ thay đổi độ mịn hoặc thành phần khoáng của chế phẩm xi măng, chẳng hạn như làm tăng độ mịn như trong tài liệu phi sáng chế số 1 và làm tăng hàm lượng $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$, vấn đề đặt ra là thời gian đông kết được rút ngắn và độ lỏng được giảm xuống.

Ngoài ra, để làm tăng độ mịn, vấn đề đặt ra là năng lượng cần để nghiền clinke xi măng tăng, và khi hàm lượng $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ cần được tăng lên, vấn đề đặt ra là đơn vị cơ bản đá vôi cần phải được tăng lên.

Tất cả các điều này đều không thích hợp vì các vấn đề này dẫn đến sự gia tăng lượng khí thải cacbon đioxit và gia tăng năng lượng để nung clinke, mà làm tăng gánh nặng cho môi trường.

Ngoài ra, như trong tài liệu phi sáng chế số 2, không thể đạt được sự cải thiện đủ về sự phát triển cường độ của vữa chỉ bằng cách khảo sát các hàm lượng TiO_2 và MgO .

Do đó, mục đích của sáng chế là đề xuất chế phẩm clinke xi măng có khả năng cải thiện sự phát triển cường độ của vữa trong khi ngăn chặn sự gia tăng gánh nặng cho môi trường bằng cách khảo sát hàm lượng của mỗi hợp chất trong clinke xi măng.

Giải pháp cho vấn đề

Trong quá trình sản xuất clinke xi măng và quá trình sản xuất xi măng, đặc tính vật lý của xi măng bị ảnh hưởng không chỉ bởi các thành phần chính chẳng hạn như Al_2O_3 mà còn các thành phần vi lượng khác nhau, các điều kiện sản xuất, hoặc tương tự.

Tài liệu phi sáng chế số 2 báo cáo về ảnh hưởng của TiO_2 và MgO đối với thành phần khoáng clinke và đặc tính vật lý của xi măng, nhưng chỉ điều chỉnh hàm lượng của các thành phần này không đủ để cải thiện sự phát triển cường độ của vữa.

Do đó, kết quả của việc khảo sát chi tiết các thành phần trong chế phẩm xi măng là các tác giả sáng chế nhận ra rằng khi khảo sát hàm lượng của mỗi hợp chất trong $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ (viết tắt: C_3S) và $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ (viết tắt: C_2S), có thể thu được chế phẩm clinke xi măng có khả năng cải thiện sự phát triển cường độ của vữa trong khi ngăn chặn sự gia tăng gánh nặng cho môi trường.

Nghĩa là, sáng chế đề xuất các điều từ [1] đến [3] sau đây.

[1] clinke xi măng bao gồm:

$3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ theo tỷ lệ, được tính bằng công thức Bogue, lớn hơn hoặc bằng 50,0% theo khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 75,0% theo khối lượng;

$2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ theo tỷ lệ, được tính bằng công thức Bogue, lớn hơn hoặc bằng 5,0% theo khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 25,0% theo khối lượng;

MgO ;

Na_2O ; và

MnO ,

trong đó công thức (1) được thỏa mãn.

$$\text{MgO_C}_3\text{S} \times (-0,6) + \text{Na}_2\text{O_C}_3\text{S} \times (15,3) + \text{MgO_C}_2\text{S} \times (-6,9) + \text{Na}_2\text{O_C}_2\text{S} \times (5,2) + \text{MnO_C}_2\text{S} \times (145,7) \geq 5,700 \dots(1)$$

Trong công thức này,

MgO_C₃S thể hiện hàm lượng (% theo khối lượng) của MgO trong 3CaO·SiO₂,

Na₂O_C₃S thể hiện hàm lượng (% theo khối lượng) của Na₂O trong 3CaO·SiO₂,

MgO_C₂S thể hiện hàm lượng (% theo khối lượng) của MgO trong 2CaO·SiO₂,

Na₂O_C₂S thể hiện hàm lượng (% theo khối lượng) của Na₂O trong 2CaO·SiO₂,

và

MnO_C₂S thể hiện hàm lượng (% theo khối lượng) của MnO trong 2CaO·SiO₂.

[2] Clinker xi măng theo [1], trong đó công thức (2) còn được thỏa mãn.

$$\text{MgO_C}_2\text{S} \times (-6,9) + \text{Na}_2\text{O_C}_2\text{S} \times (5,2) + \text{MnO_C}_2\text{S} \times (145,7) \geq 4,600 \dots(2)$$

[3] Chế phẩm xi măng bao gồm:

clinker xi măng theo [1] hoặc [2]; và

thạch cao.

Hiệu quả của sáng chế

Theo sáng chế, có thể thu được clinker xi măng và chế phẩm xi măng có khả năng cải thiện sự phát triển cường độ của vữa trong khi ngăn chặn sự gia tăng gánh nặng cho môi trường.

Mô tả chi tiết sáng chế

Sau đây, clinker xi măng và chế phẩm xi măng theo sáng chế sẽ được mô tả chi tiết.

Clinker xi măng

Clinker xi măng theo sáng chế tốt hơn nếu được sử dụng cho xi măng Portland thông thường.

Clinker xi măng theo sáng chế là thành phần chính tạo thành chế phẩm xi măng, và được sản xuất bằng cách trộn đá vôi (thành phần CaO), đất sét (thành phần Al₂O₃ và

thành phần SiO_2), đá silic (thành phần SiO_2), vật liệu thô oxit sắt (thành phần Fe_2O_3), và tương tự và nung. Clinker xi măng theo sáng chế có thể chứa chất thải công nghiệp hoặc tương tự chẳng hạn như tro than, đất do công trình tạo ra, xỉ luyện thép, xỉ lò cao, xỉ lò chuyển, thạch cao phụ phẩm, tro đốt rác thải đô thị, và sản phẩm phụ được sinh ra trong quá trình sản xuất, như các vật liệu thô.

Các hàm lượng của SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 và CaO được đo theo JIS R 5204:2019 “Analysis method for cement by X-ray fluorescence”.

Các thành phần chính

Hàm lượng SiO_2 của clinker xi măng theo sáng chế tốt hơn nếu lớn hơn hoặc bằng 15,00% theo khối lượng, tốt hơn nữa nếu lớn hơn hoặc bằng 17,00% theo khối lượng, và còn tốt hơn nữa nếu lớn hơn hoặc bằng 18,00% theo khối lượng, và tốt hơn nếu nhỏ hơn hoặc bằng 30,00% theo khối lượng, tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 25,00% theo khối lượng, và còn tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 23,00% theo khối lượng.

Hàm lượng Al_2O_3 ($W_{\text{Al}_2\text{O}_3}\%$ theo khối lượng) của clinker xi măng theo sáng chế tốt hơn nếu lớn hơn hoặc bằng 2,00% theo khối lượng, tốt hơn nữa nếu lớn hơn hoặc bằng 4,00% theo khối lượng, và còn tốt hơn nữa nếu lớn hơn hoặc bằng 4,50% theo khối lượng, và tốt hơn nếu nhỏ hơn hoặc bằng 10,00% theo khối lượng, tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 8,00% theo khối lượng, và còn tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 7,00% theo khối lượng.

Hàm lượng Fe_2O_3 ($W_{\text{Fe}_2\text{O}_3}\%$ theo khối lượng) của clinker xi măng theo sáng chế tốt hơn nếu lớn hơn hoặc bằng 1,00% theo khối lượng, tốt hơn nữa nếu lớn hơn hoặc bằng 1,50% theo khối lượng, và còn tốt hơn nữa nếu lớn hơn hoặc bằng 2,00% theo khối lượng, và tốt hơn nếu nhỏ hơn hoặc bằng 10,00% theo khối lượng, tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 7,00% theo khối lượng, và còn tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 5,00% theo khối lượng.

Hàm lượng CaO của clinker xi măng theo sáng chế tốt hơn nếu lớn hơn hoặc bằng 50,00% theo khối lượng, tốt hơn nữa nếu lớn hơn hoặc bằng 55,00% theo khối lượng, và còn tốt hơn nữa nếu lớn hơn hoặc bằng 60,00% theo khối lượng, và tốt hơn nếu nhỏ hơn hoặc bằng 80,00% theo khối lượng, tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 75,00% theo khối lượng, và còn tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 70,00% theo khối lượng.

Các thành phần vi lượng

Clinke xi măng theo sáng chế chứa MgO , Na_2O , và MnO , là các thành phần vi lượng. Mỗi hàm lượng của MgO , Na_2O , và MnO được đo theo JIS R 5204:2019 “Analysis method for cement by X-ray fluorescence”.

MgO được đưa vào clinke xi măng, ví dụ, bằng cách sử dụng xỉ chứa lượng lớn MgO làm vật liệu thô cho clinke xi măng.

Na_2O được đưa vào clinke xi măng, ví dụ, bằng cách sử dụng đất do công trình tạo ra làm vật liệu thô cho clinke xi măng.

MnO được đưa vào clinke xi măng bằng cách sử dụng, ví dụ, xỉ lò cao và xỉ lò chuyển làm các vật liệu thô cho clinke xi măng.

Hàm lượng MgO ($W_{\text{MgO}}\%$ theo khối lượng) của clinke xi măng theo sáng chế tốt hơn nếu lớn hơn hoặc bằng 0,05% theo khối lượng, tốt hơn nữa nếu lớn hơn hoặc bằng 0,2% theo khối lượng, và còn tốt hơn nữa nếu lớn hơn hoặc bằng 0,5% theo khối lượng, và tốt hơn nếu nhỏ hơn hoặc bằng 5,00% theo khối lượng, tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 3,00% theo khối lượng, và còn tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 2,5% theo khối lượng.

Hàm lượng Na_2O ($W_{\text{Na}_2\text{O}}\%$ theo khối lượng) của clinke xi măng theo sáng chế tốt hơn nếu lớn hơn hoặc bằng 0,10% theo khối lượng và tốt hơn nữa nếu lớn hơn hoặc bằng 0,15% theo khối lượng, và tốt hơn nếu nhỏ hơn hoặc bằng 1,00% theo khối lượng, tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 0,80% theo khối lượng, và còn tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 0,50% theo khối lượng.

Hàm lượng MnO ($W_{\text{MnO}}\%$ theo khối lượng) của clinke xi măng theo sáng chế tốt hơn nếu lớn hơn hoặc bằng 0,01% theo khối lượng và tốt hơn nữa nếu lớn hơn hoặc bằng 0,02% theo khối lượng, và tốt hơn nếu nhỏ hơn hoặc bằng 0,50% theo khối lượng, tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 0,30% theo khối lượng, và còn tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 0,20% theo khối lượng.

Công thức (1)

Trong $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ (viết tắt: C_3S) và $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ (viết tắt: C_2S) trong clinke xi măng theo sáng chế, $\text{MgO_C}_3\text{S}$ (hàm lượng (%) theo khối lượng) của MgO trong $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$), $\text{Na}_2\text{O_C}_3\text{S}$ (hàm lượng (%) theo khối lượng) của Na_2O trong $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$),

MgO_C₂S (hàm lượng (% theo khối lượng) của MgO trong 2CaO·SiO₂), Na₂O_C₂S (hàm lượng (% theo khối lượng) của Na₂O trong 2CaO·SiO₂), MnO_C₂S (hàm lượng (% theo khối lượng) của MnO trong 2CaO·SiO₂) thỏa mãn mỗi quan hệ của công thức (1).

Các hàm lượng này được xác định bằng phép đo EPMA sẽ được mô tả sau.

$$\text{MgO_C}_3\text{S} \times (-0,6) + \text{Na}_2\text{O_C}_3\text{S} \times (15,3) + \text{MgO_C}_2\text{S} \times (-6,9) + \text{Na}_2\text{O_C}_2\text{S} \times (5,2) + \text{MnO_C}_2\text{S} \times (145,7) \geq 5,700 \dots(1)$$

Tài liệu phi sáng chế số 2 khảo sát thành phần khoáng của C₃S và C₂S dựa trên hợp phần của TiO₂ và MgO trong clinke xi măng như được mô tả ở trên. Tuy nhiên theo sáng chế, bằng cách khảo sát thành phần hóa học trong C₃S và C₂S, sự phát triển cường độ của vữa được sản xuất từ clinke xi măng được cải thiện.

Thành phần hóa học của C₃S và C₂S có thể được điều chỉnh một cách thích hợp phụ thuộc vào các vật liệu thô được sử dụng và sự kết hợp của chúng.

Vế trái của công thức (1) lớn hơn hoặc bằng 5,700, và theo quan điểm về sự phát triển cường độ của vữa, tốt hơn nếu lớn hơn hoặc bằng 5,900, tốt hơn nữa nếu lớn hơn hoặc bằng 6,000, và còn tốt hơn nữa nếu lớn hơn hoặc bằng 6,100.

Giới hạn trên của vế trái của công thức (1) không bị giới hạn cụ thể, và theo quan điểm về việc dễ dàng thu mua và sản xuất các vật liệu thô, tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 12,000, còn tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 11,000, và còn tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 10,000.

MgO_C₃S, Na₂O_C₃S, MgO_C₂S, Na₂O_C₂S và MnO_C₂S

MgO_C₃S được điều chỉnh cùng với các thành phần khác theo giá trị trên vế trái của công thức (1), và tốt hơn nếu lớn hơn hoặc bằng 0,100, tốt hơn nữa nếu lớn hơn hoặc bằng 0,300, và còn tốt hơn nữa nếu lớn hơn hoặc bằng 0,400 và tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 2,000, còn tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 1,500, và còn tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 1,000.

Na₂O_C₃S được điều chỉnh cùng với các thành phần khác theo giá trị trên vế trái của công thức (1), và tốt hơn nếu lớn hơn hoặc bằng 0,050, tốt hơn nữa nếu lớn hơn hoặc bằng 0,070, và còn tốt hơn nữa nếu lớn hơn hoặc bằng 0,080 và tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 1,000, còn tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 0,500, và còn tốt hơn

nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 0,300.

MgO_C_2S được điều chỉnh cùng với các thành phần khác theo giá trị trên vế trái của công thức (1), và tốt hơn nếu lớn hơn hoặc bằng 0,010, tốt hơn nữa nếu lớn hơn hoặc bằng 0,100, và còn tốt hơn nữa nếu lớn hơn hoặc bằng 0,200 và tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 2,000, còn tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 1,000, và còn tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 0,700.

$Na_2O_C_2S$ được điều chỉnh cùng với các thành phần khác theo giá trị trên vế trái của công thức (1), và tốt hơn nếu lớn hơn hoặc bằng 0,050, tốt hơn nữa nếu lớn hơn hoặc bằng 0,100, và còn tốt hơn nữa nếu lớn hơn hoặc bằng 0,200 và tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 2,000, còn tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 1,200, và còn tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 0,800.

MnO_C_2S được điều chỉnh cùng với các thành phần khác theo giá trị trên vế trái của công thức (1), và tốt hơn nếu lớn hơn hoặc bằng 0,001, tốt hơn nữa nếu lớn hơn hoặc bằng 0,010, và còn tốt hơn nữa nếu lớn hơn hoặc bằng 0,020 và tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 0,200, còn tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 0,100, và còn tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 0,070.

Chế phẩm clinke xi măng

Clinke xi măng theo sáng chế chứa $3CaO \cdot Al_2O_3$ (viết tắt: C_3A) và $4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3$ (viết tắt: C_4AF), ngoài ra còn $3CaO \cdot SiO_2$ (viết tắt: C_3S) và $2CaO \cdot SiO_2$ (viết tắt: C_2S). Clinke xi măng được tạo ra từ các khoáng vật chính của alit (C_3S) và belit (C_2S) và pha điền kẽ hoặc tương tự của pha aluminat (C_3A) và pha ferit (C_4AF) tồn tại giữa các tinh thể của các khoáng vật chính.

Các tỷ lệ của C_3S , C_2S , C_3A , và C_4AF trong clinke xi măng được xác định từ các tỷ lệ của CaO , SiO_2 , Al_2O_3 , và Fe_2O_3 , được đo bởi JIS R 5204:2019 “Analysis method for cement by X-ray fluorescence” trong clinke xi măng, bằng phép tính gọi là công thức Bogue trong lĩnh vực hóa học xi măng (ví dụ, xem “Science of Cement”, được dịch bởi Masaki Daimon, Uchida Old Tsuruno (1989), p. 11).

Tỷ lệ của $3CaO \cdot SiO_2$ (C_3S)

Tỷ lệ của $3CaO \cdot SiO_2$ được tính bằng công thức Bogue trong clinke xi măng theo sáng chế tốt hơn nếu lớn hơn hoặc bằng 50,0% theo khối lượng, tốt hơn nữa nếu lớn hơn

hoặc bằng 52,0% theo khối lượng, còn tốt hơn nữa nếu lớn hơn hoặc bằng 54,0% theo khối lượng vì sự phát triển cường độ của bê tông và vữa được sản xuất bằng cách sử dụng clinke xi măng có thể được thiết lập theo thực tế, và tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 75,0% theo khối lượng, tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 70,0% theo khối lượng, và còn tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 65,0% theo khối lượng vì nhiệt hydrat hóa của chế phẩm xi măng có thể được loại bỏ.

Tỷ lệ của $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ (C_2S)

Tỷ lệ của $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ được tính bằng công thức Bogue trong clinke xi măng theo sáng chế tốt hơn nếu lớn hơn hoặc bằng 5,0% theo khối lượng, tốt hơn nữa nếu lớn hơn hoặc bằng 10,0% theo khối lượng, và còn tốt hơn nữa nếu lớn hơn hoặc bằng 15,0% theo khối lượng vì nó bị loại bỏ khi $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ tăng và nhiệt hydrat hóa của chế phẩm xi măng quá cao, và tốt hơn nếu nhỏ hơn hoặc bằng 25,0% theo khối lượng, và tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 24,0% theo khối lượng vì cường độ ngắn hạn của bê tông và vữa được sản xuất bằng clinke xi măng có thể được tăng lên theo thực tế hoặc cao hơn.

Tổng tỷ lệ của $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ (C_3A) và $4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$ (C_4AF)

Tổng tỷ lệ của $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ và $4\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3\cdot\text{Fe}_2\text{O}_3$ được tính bằng công thức Bogue trong clinke xi măng theo sáng chế tốt hơn nếu lớn hơn hoặc bằng 15,0% theo khối lượng, tốt hơn nữa nếu lớn hơn hoặc bằng 16,0% theo khối lượng, và còn tốt hơn nữa nếu lớn hơn hoặc bằng 17,0% theo khối lượng, vì khi lượng pha lỏng được sinh ra trong quá trình nung chế phẩm clinke xi măng là nhỏ, phản ứng pha rắn pha lỏng do sự can thiệp của pha lỏng không diễn ra nhanh, và việc nung chế phẩm clinke xi măng có thể không đủ, và bụi cũng được khuếch tán trong quá trình lò nung xi măng và nhiệt bức xạ từ lò đốt bị chặn, do đó việc nung clinke xi măng có thể không được thực hiện một cách hiệu quả, và tốt hơn nếu nhỏ hơn hoặc bằng 22,0% theo khối lượng và tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 21,0% theo khối lượng, vì cường độ ngắn hạn của bê tông và vữa được sản xuất bằng cách sử dụng clinke xi măng có thể được thiết lập theo thực tế hoặc cao hơn.

Tỷ lệ của $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ (C_3A)

Tỷ lệ của $3\text{CaO}\cdot\text{Al}_2\text{O}_3$ được tính bằng công thức Bogue trong clinke xi măng theo sáng chế tốt hơn nếu lớn hơn hoặc bằng 3,0% theo khối lượng, tốt hơn nữa nếu lớn hơn

hoặc bằng 5,0% theo khối lượng, và còn tốt hơn nữa nếu lớn hơn hoặc bằng 7,0% theo khối lượng, vì việc giảm độ nhớt của pha lỏng sinh ra trong quá trình nung của clinke xi măng được loại bỏ, nên sự tạo hạt của clinke xi măng được diễn ra một cách hợp lý, nó bị loại bỏ khi áp suất lớp trong thiết bị làm nguội clinke trở nên không ổn định do giảm kích thước hạt của clinke xi măng và nhiệt hydrat hóa có thể được giảm, và tốt hơn nếu nhỏ hơn hoặc bằng 15,0% theo khối lượng và tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 12,0% theo khối lượng, vì áp suất lớp trong thiết bị làm nguội clinke không đổi, và clinke xi măng có thể được tối.

Tỷ lệ của $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ (C_4AF)

Tỷ lệ của $4\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$ được tính bằng công thức Bogue trong clinke xi măng theo sáng chế tốt hơn nếu lớn hơn hoặc bằng 5,0% theo khối lượng, tốt hơn nữa nếu lớn hơn hoặc bằng 7,0% theo khối lượng, và còn tốt hơn nữa nếu lớn hơn hoặc bằng 8,3% theo khối lượng vì nhiệt hydrat hóa của chế phẩm xi măng có thể được loại bỏ, và tốt hơn nếu nhỏ hơn hoặc bằng 13,0% theo khối lượng và tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 11,0% theo khối lượng vì cường độ ngắn hạn của bê tông và vữa được sản xuất bằng clinke xi măng có thể được tăng lên theo thực tế hoặc cao hơn.

Công thức (2)

Tốt hơn là $\text{MgO} \cdot \text{C}_2\text{S}$, $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{C}_2\text{S}$ và $\text{MnO} \cdot \text{C}_2\text{S}$ trong C_2S của clinke xi măng theo sáng chế thỏa mãn mỗi quan hệ của công thức (2).

$$\text{MgO} \cdot \text{C}_2\text{S} \times (-6,9) + \text{Na}_2\text{O} \cdot \text{C}_2\text{S} \times (5,2) + \text{MnO} \cdot \text{C}_2\text{S} \times (145,7) \geq 4,600 \dots (2)$$

Vế trái của công thức (2), theo quan điểm về sự phát triển cường độ của vữa, tốt hơn nếu lớn hơn hoặc bằng 4,600, tốt hơn nữa nếu lớn hơn hoặc bằng 4,700, và còn tốt hơn nữa nếu lớn hơn hoặc bằng 4,800.

Giới hạn trên của vế trái của công thức (2) không bị giới hạn cụ thể, và theo quan điểm về việc dễ dàng thu mua và sản xuất các vật liệu thô, tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 10,000, còn tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 9,000, và còn tốt hơn nữa nếu nhỏ hơn hoặc bằng 8,500.

Phương pháp sản xuất clinke xi măng

Clinke theo sáng chế có thể được sản xuất, ví dụ, như sau.

Đối với vật liệu thô clinke, chúng chứa ít nhất Mg, Na, và Mn, ngoài Ca, Si, Al,

và Fe được sử dụng. Miến là vật liệu thô này chứa các nguyên tố trên, có thể sử dụng dạng bất kỳ của chúng chẳng hạn như chất nguyên tố, oxit, cacbon oxit và có thể sử dụng hỗn hợp của chúng. Các ví dụ về các vật liệu thô tự nhiên bao gồm đá vôi, đất sét, đá silic, và các vật liệu thô oxit sắt. Các ví dụ về các vật liệu thô công nghiệp bao gồm các vật liệu thải thô chứa các nguyên tố trên, xỉ lò cao, tro bay, và tương tự. Đối với tỷ lệ trộn của vật liệu thô clinke, tốt hơn nếu trộn vật liệu thô để có chế phẩm thành phần tương ứng với giá trị đích theo công thức Bogue và thỏa mãn công thức (1).

Tiếp theo, vật liệu thô clinke được trộn với chế phẩm để thu được clinke đích được nung dưới điều kiện nung thông thường và được làm nguội. Bước nung thường được thực hiện bằng cách sử dụng lò điện, lò quay, hoặc tương tự. Các ví dụ về phương pháp nung bao gồm phương pháp gồm: bước nung thứ nhất trong đó vật liệu thô clinke được gia nhiệt và được nung ở nhiệt độ nung định trước thứ nhất trong thời gian nung thứ nhất; bước tăng nhiệt để tăng nhiệt độ, sau bước nung thứ nhất, từ nhiệt độ nung thứ nhất đến nhiệt độ nung định trước thứ hai theo thời gian tăng nhiệt định trước; và bước nung thứ hai để gia nhiệt và nung, sau bước tăng nhiệt, ở nhiệt độ nung thứ hai trong thời gian nung định trước thứ hai.

Nhiệt độ và thời gian của từng bước có thể là các điều kiện thường được thực hiện, và clinke xi măng có thể được sản xuất bằng cách tôi sản phẩm được nung.

Chế phẩm xi măng

Chế phẩm xi măng theo sáng chế chứa clinke xi măng và thạch cao. Diện tích bề mặt riêng Blaine của xi măng được sử dụng trong sáng chế tốt hơn nếu lớn hơn hoặc bằng $3000 \text{ cm}^2/\text{g}$ và nhỏ hơn hoặc bằng $3400 \text{ cm}^2/\text{g}$, và tốt hơn nữa nếu lớn hơn hoặc bằng $3100 \text{ cm}^2/\text{g}$ và nhỏ hơn hoặc bằng $3300 \text{ cm}^2/\text{g}$.

Thạch cao

Tỷ lệ của thạch cao trong chế phẩm xi măng theo sáng chế tốt hơn nếu từ 0,5% đến 2,5% theo khối lượng, và tốt hơn nữa nếu từ 1,0% đến 1,8% theo khối lượng xét theo đương lượng SO_3 . Khi điều chỉnh tỷ lệ của thạch cao đến giới hạn, sự co ngót khô của chế phẩm xi măng có thể được thực hiện một cách thích hợp, và cường độ thể hiện bởi chế phẩm xi măng có thể được tăng lên. Tỷ lệ của SO_3 trong thạch cao có thể được đo theo JIS R 5202:2010 “Chemical analysis method for Portland cement”. Tỷ lệ khối lượng của thạch cao được chuyển thành SO_3 trong chế phẩm xi măng có thể được xác

định từ lượng hỗn hợp của thạch cao và tỷ lệ của SO_3 có trong thạch cao.

Đối với thạch cao, loại thạch cao bất kỳ trong số thạch cao khan, thạch cao nửa hydrat, và thạch cao đihydrat có thể được sử dụng.

Các thành phần khác

Tro bay, xỉ lò cao, muối silic, hoặc tương tự có thể còn được thêm vào chế phẩm xi măng theo sáng chế để kiểm soát độ lỏng, tốc độ hydrat hóa, hoặc sự phát triển cường độ. Ngoài ra, phụ gia giảm nước AE, phụ gia giảm nước hiệu suất cao, hoặc phụ gia giảm nước AE hiệu suất cao, cụ thể là phụ gia giảm nước AE hiệu suất cao gốc polycarboxylat, có thể được thêm vào chế phẩm xi măng theo sáng chế.

Vữa và bê tông

Hồ xi măng có thể được tạo ra bằng cách trộn chế phẩm xi măng theo sáng chế với nước, vữa có thể được tạo ra bằng cách trộn với nước và cát, và bê tông có thể được sản xuất bằng cách trộn cát và sỏi. Ngoài ra, khi sản xuất vữa hoặc bê tông từ chế phẩm xi măng, thì xỉ lò cao, tro bay, hoặc tương tự có thể được thêm vào.

Các ví dụ

Sau đây, sáng chế sẽ được mô tả chi tiết hơn với tham chiếu đến các ví dụ. Tuy nhiên, sáng chế không bị giới hạn ở các ví dụ sau.

1. Đo lường và đánh giá

1-1. Chế phẩm clinke

Thành phần hóa học (tỷ lệ hàm lượng của từng thành phần) trong các clinke xi măng trong các ví dụ và các ví dụ so sánh đã được đo theo JIS R 5204:2019 “Analysis method for cement by X-ray fluorescence”. Các kết quả được thể hiện trong Bảng 1.

Thành phần khoáng được tính từ các tỷ lệ khối lượng thu được của CaO , SiO_2 , Al_2O_3 , và Fe_2O_3 bằng cách sử dụng công thức Bogue sau. Các kết quả được thể hiện trong Bảng 2.

$$\text{C}_3\text{S} = (4,07 \times \text{CaO}) - (7,60 \times \text{SiO}_2) - (6,72 \times \text{Al}_2\text{O}_3) - (1,43 \times \text{Fe}_2\text{O}_3)$$

$$\text{C}_2\text{S} = (2,87 \times \text{SiO}_2) - (0,754 \times \text{C}_3\text{S})$$

$$\text{C}_3\text{A} = (2,65 \times \text{Al}_2\text{O}_3) - (1,69 \times \text{Fe}_2\text{O}_3)$$

$$C_4AF = 3,04 \times Fe_2O_3$$

Ngoài ra, giá trị trên vế trái của công thức (1) được tính bằng cách sử dụng tỷ lệ hàm lượng thu được của từng thành phần. Các kết quả được thể hiện trong Bảng 3.

1-2. Phép đo EPMA

Clinke xi măng trong các ví dụ và các ví dụ so sánh được nghiền thành kích thước hạt nằm trong khoảng từ 1 đến 2 mm để điều chỉnh kích thước hạt. Các hạt thu được được đưa vào nhựa epoxy, và sau đó bề mặt nhựa được đánh bóng gương. Sau khi đánh bóng gương, lắng đọng hơi cacbon được thực hiện trên bề mặt nhựa để chế tạo mẫu cho phép đo EPMA.

EPMAJXA-8200 được sản xuất bởi JEOL Ltd. được sử dụng làm thiết bị đo, và hình ảnh cấu trúc của các hạt clinke xi măng trên bề mặt gương của mẫu được quan sát trong các điều kiện sau. Trong hình ảnh cấu trúc, mỗi khoáng vật được xác định dựa trên các đặc điểm từ (a) đến (d).

Mỗi khoáng vật được nhận biết dựa trên các đặc điểm từ (a) đến (d).

(a) C_3S : Hạt đa giác, màu xám nhạt, và hàng chục μm

(b) C_2S : Hạt elip, màu xám đậm, và hàng chục μm

(c) C_3A : Cấu trúc vô định hình được quan sát giữa các pha silicat, màu xám đậm, và vài μm đến mười hai μm

(d) C_4AF : Cấu trúc vô định hình được quan sát giữa các pha silicat, màu trắng, và vài μm đến mười hai μm

Tia X đặc trưng được phân tích ở 20 điểm đối với mỗi trong số bốn khoáng vật, với điện áp gia tốc: 15 kV, dòng điện bức xạ: $3,0 \times 10^{-8}$ A, đường kính chùm: khoảng 1 μm , và phương pháp tính hiệu chỉnh: phương pháp oxit-ZAF.

Trong số này, đối với C_3S , các điểm phân tích nằm trong khoảng $2,7 < \text{tỷ lệ hàm lượng CaO (\%)/tỷ lệ hàm lượng SiO}_2 (\%) < 3,3$ được chấp nhận, và giá trị trung bình thu được được chấp nhận là thành phần hóa học (% theo khối lượng) trong C_3S .

Trong số này, đối với C_2S , các điểm phân tích nằm trong khoảng $1,8 < \text{tỷ lệ hàm lượng CaO (\%)/tỷ lệ hàm lượng SiO}_2 (\%) < 2,5$ được chấp nhận, và giá trị trung bình thu được được chấp nhận là thành phần hóa học (% theo khối lượng) trong C_2S .

1-3. Cường độ của vữa ở 28 ngày tuổi (sự phát triển cường độ, cường độ 28d)

Đối với cường độ vữa ở 28 ngày tuổi sử dụng clinke xi măng trong các ví dụ và các ví dụ so sánh, theo JIS R 5201 “Physical test method for cement: 10. 4 Method for producing specimens”, vữa được tạo ra từ các chế phẩm xi măng được đặt trong ba khuôn kim loại có kích thước 40 x 40 x 160 mm, một cách tương ứng, và sau 24 giờ, khuôn được loại bỏ để tạo ra ba mẫu vữa. Vật liệu được ngâm trong nước ở 20°C cho đến 28 ngày tuổi, và cường độ nén đã được đo theo JIS R 5201 “Physical test method for cement: 10.5 measurement”.

1-4. Thiết lập phương pháp đo

Vữa xi măng được tạo ra theo JIS R 5201:2015 “Physical testing methods for cement”, lượng nước mềm tiêu chuẩn được xác định, và sau đó thời gian bắt đầu và thời gian kết thúc được đo với vữa mềm tiêu chuẩn.

2. Chế tạo chế phẩm xi măng

2-1. Clinker

Với các vật liệu thô cho clinke xi măng, canxi cacbonat (được sản xuất bởi Kishida Chemical Co., Ltd., thuốc thử loại một, CaCO_3), silic đioxit (được sản xuất bởi Kanto Chemical Co., Ltd., thuốc thử loại một, SiO_2), nhôm oxit (được sản xuất bởi Kanto Chemical Co., Ltd., thuốc thử loại một, Al_2O_3), sắt oxit (III) (được sản xuất bởi Kanto Chemical Co., Ltd., thuốc thử loại đặc biệt, Fe_2O_3), bazơ magiê cacbonat (được sản xuất bởi Kishida Chemical Co., Ltd., thuốc thử loại đặc biệt, $4\text{MgCO}_3 \cdot \text{Mg}(\text{OH})_2 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$), natri cacbonat (được sản xuất bởi Kishida Chemical Co., Ltd., loại đặc biệt, Na_2CO_3), kali cacbonat (được sản xuất bởi Kanto Chemical Co., Ltd., thuốc thử loại một, K_2CO_3), canxi sunphat dihydrat (được sản xuất bởi Kishida Chemical Co., Ltd., thuốc thử loại một, $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), titan đioxit (được sản xuất bởi Kanto Chemical Co., Ltd., thuốc thử loại đặc biệt, TiO_2), tricanxi photphat (được sản xuất bởi Kishida Chemical Co., Ltd., thuốc thử loại một, $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$), mangan oxit (được sản xuất bởi Kanto Chemical Co., Ltd., cica loại một, MnO_2), và kẽm oxit (được sản xuất bởi Kanto Chemical Co., Ltd., thuốc thử loại đặc biệt, ZnO) đã được sử dụng.

Các vật liệu thô được trộn với lượng hỗn hợp khác nhau được đưa vào lò điện và được nung ở 1000°C trong 30 phút. Sau đó, nhiệt độ được tăng lên từ 1000°C đến

1450°C trong 45 phút, và tiếp tục được nung ở 1450°C trong 30 phút.

Sau đó, sản phẩm được nung được tôi bằng cách đưa sản phẩm được nung vào môi trường để tạo ra các clinke xi măng trong các ví dụ 1 đến 6 và ví dụ so sánh 1.

2-2. Chế tạo chế phẩm xi măng

Thạch cao nửa hydrat hóa (được sản xuất bởi Kanto Chemical Co., Inc., thạch cao nửa hydrat hóa, số mẫu: 07108-01 (thạch cao đã nung loại một) với lượng tương đương SO_3 bằng 1,5% theo khối lượng) được trộn với clinke xi măng được chế tạo. Hợp chất được nghiền bằng máy nghiền bi để giá trị diện tích bề mặt riêng Blaine nằm trong khoảng $3200 \pm 200 \text{ cm}^2/\text{g}$ để tạo ra các chế phẩm xi măng trong các ví dụ 1 đến 5 và các ví dụ so sánh 1 và 3.

2-3. Chế tạo vữa

Vữa được điều chỉnh từ các chế phẩm xi măng trong các ví dụ và các ví dụ so sánh theo JIS R 5201:2015 “Physical testing methods for cement”. Vữa thu được được rót vào ba khuôn kim loại có kích thước $40 \text{ mm} \times 40 \text{ mm} \times 160 \text{ mm}$, và sau 24 giờ, vữa được tháo khuôn để tạo ra ba mẫu.

Bảng 1

Bảng 1	Thành phần hóa học (% theo khối lượng)										
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	MnO
Ví dụ 1	21,90	5,58	2,82	65,84	1,66	0,45	0,36	0,46	0,32	0,35	0,05
Ví dụ 2	21,64	6,16	3,20	65,46	1,36	0,71	0,33	0,29	0,33	0,26	0,06
Ví dụ 3	22,31	5,26	3,55	65,88	0,99	0,60	0,31	0,45	0,27	0,11	0,06
Ví dụ 4	22,30	5,72	3,14	65,99	1,03	0,47	0,26	0,40	0,29	0,15	0,05
Ví dụ 5	22,05	5,63	3,31	65,71	0,99	0,29	0,38	0,36	0,34	0,65	0,09
Ví dụ so sánh 1	21,77	5,51	3,18	65,29	2,53	0,34	0,24	0,37	0,29	0,24	0,05
Ví dụ so sánh 2	21,65	5,59	3,43	65,83	1,44	0,53	0,27	0,45	0,32	0,25	0,05
Ví dụ so sánh 3	22,57	5,27	3,56	65,54	1,20	0,49	0,31	0,42	0,27	0,12	0,06

Bảng 2

Bảng 2	Thành phần khoáng (% theo khối lượng)					MgO_C ₃ S (% theo khối lượng)	Na ₂ O_C ₃ S (% theo khối lượng)	MgO_C ₂ S (% theo khối lượng)	Na ₂ O_C ₂ S (% theo khối lượng)	MnO_C ₂ S (% theo khối lượng)
	C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF	C ₃ A +C ₄ AF					
Ví dụ 1	60,0	17,6	10,0	8,6	18,6	0,903	0,116	0,437	0,487	0,037
Ví dụ 2	56,0	19,9	10,9	9,7	20,6	0,851	0,097	0,469	0,413	0,045
Ví dụ 3	58,2	20,2	7,9	10,8	18,7	0,637	0,139	0,391	0,537	0,034
Ví dụ 4	56,2	21,6	9,9	9,5	19,4	0,575	0,095	0,276	0,383	0,055
Ví dụ 5	57,3	20,1	9,3	10,1	19,4	0,639	0,141	0,315	0,683	0,044
Ví dụ so sánh 1	58,7	18,2	9,2	9,7	18,9	1,438	0,128	0,652	0,442	0,030
Ví dụ so sánh 2	60,9	16,2	9,0	10,4	19,4	0,869	0,093	0,511	0,373	0,039
Ví dụ so sánh 3	54,7	23,5	7,9	10,8	18,8	0,725	0,100	0,452	0,359	0,039

Bảng 3

Bảng 3	Vế trái của công thức (1)	Vế trái của công thức (2)	Cường độ 28d (N/mm ²)	Lượng nước (% theo khối lượng)	Thiết lập thời gian bắt đầu (phút)	Thiết lập thời gian kết thúc (phút)
Ví dụ 1	6,141	4,908	60,5	29,4	165	235
Ví dụ 2	6,442	5,468	64,1	28,0	130	215
Ví dụ 3	6,793	5,048	63,9	27,6	110	195
Ví dụ 4	9,209	8,101	63,9	27,8	115	220
Ví dụ 5	9,563	7,789	67,5	27,4	160	265
Ví dụ so sánh 1	3,266	2,171	59,2	27,7	130	210
Ví dụ so sánh 2	4,998	4,096	59,3	27,7	140	240
Ví dụ so sánh 3	5,525	4,430	57,0	27,0	155	260

Trong các ví dụ 1 đến 5 và các ví dụ so sánh 1 đến 3, TiO_2 được chú trọng trong tài liệu phi sáng chế số 2 được thiết lập đến khoảng 0,30% theo khối lượng, và thu được các kết quả đánh giá của clinke xi măng với giá trị trên vế trái của công thức (1) và vừa sử dụng clinke xi măng này.

Kết quả cho thấy tất cả các ví dụ 1 đến 5 vượt trội về cường độ 28d so với các ví dụ so sánh 1 đến 3.

Ngoài ra, theo sáng chế được mô tả trong tài liệu phi sáng chế số 1, thời gian đông kết được rút ngắn bằng cách thay đổi độ mịn và thành phần khoáng, nhưng khẳng định rằng thời gian đông kết không được rút ngắn theo sáng chế này như được thể hiện trong Bảng 3.

Ví dụ 2 là clinke xi măng được điều chỉnh để thỏa mãn công thức (1) bằng cách giảm $\text{MgO_C}_2\text{S}$ và $\text{Na}_2\text{O_C}_2\text{S}$ và tăng $\text{MnO_C}_2\text{S}$ từ ví dụ 1. Ví dụ 4 là clinke xi măng được điều chỉnh để thỏa mãn công thức (1) bằng cách giảm $\text{Na}_2\text{O_C}_3\text{S}$ và $\text{Na}_2\text{O_C}_2\text{S}$ và tăng $\text{MnO_C}_2\text{S}$. Trong cả hai trường hợp, cường độ 28d trở thành giá trị lớn.

Trong ví dụ 3, $\text{MnO_C}_2\text{S}$ được giảm từ ví dụ 1, nhưng cường độ 28d trở thành giá trị lớn bằng cách điều chỉnh để thỏa mãn công thức (1).

Như được mô tả ở trên, kết quả cho thấy khi điều chỉnh $\text{MgO_C}_3\text{S}$, $\text{Na}_2\text{O_C}_3\text{S}$, $\text{MgO_C}_2\text{S}$, $\text{Na}_2\text{O_C}_2\text{S}$, và $\text{MnO_C}_2\text{S}$ để thỏa mãn công thức (1), thì có thể thu được clinke xi măng có các đặc tính vượt trội.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Clinker xi măng bao gồm:

$3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ theo tỷ lệ, được tính bằng công thức Bogue, lớn hơn hoặc bằng 50,0% theo khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 75,0% theo khối lượng;

$2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$ theo tỷ lệ, được tính bằng công thức Bogue, lớn hơn hoặc bằng 5,0% theo khối lượng và nhỏ hơn hoặc bằng 25,0% theo khối lượng;

MgO;

Na_2O ; và

MnO,

trong đó công thức (1) được thỏa mãn,

$$\text{MgO_C}_3\text{S} \times (-0,6) + \text{Na}_2\text{O_C}_3\text{S} \times (15,3) + \text{MgO_C}_2\text{S} \times (-6,9) + \text{Na}_2\text{O_C}_2\text{S} \times (5,2) + \text{MnO_C}_2\text{S} \times (145,7) \geq 5,700 \dots(1)$$

trong công thức này,

MgO_ C_3S thể hiện hàm lượng (% theo khối lượng) của MgO trong $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$,

$\text{Na}_2\text{O_C}_3\text{S}$ thể hiện hàm lượng (% theo khối lượng) của Na_2O trong $3\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$,

MgO_ C_2S thể hiện hàm lượng (% theo khối lượng) của MgO trong $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$,

$\text{Na}_2\text{O_C}_2\text{S}$ thể hiện hàm lượng (% theo khối lượng) của Na_2O trong $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$,

và

MnO_ C_2S thể hiện hàm lượng (% theo khối lượng) của MnO trong $2\text{CaO}\cdot\text{SiO}_2$.

2. Clinker xi măng theo điểm 1,

trong đó công thức (2) còn được thỏa mãn

$$\text{MgO_C}_2\text{S} \times (-6,9) + \text{Na}_2\text{O_C}_2\text{S} \times (5,2) + \text{MnO_C}_2\text{S} \times (145,7) \geq 4,600 \dots(2).$$

3. Chế phẩm xi măng bao gồm:

clinker xi măng theo điểm 1 hoặc 2; và

thạch cao.