



(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)



1-0053511

(51)^{2023.01} C04B 28/26; C04B 18/14; C04B 24/06; (13) B
C04B 18/08; C04B 22/06

(21) 1-2023-06872

(22) 22/02/2022

(86) PCT/JP2022/007247 22/02/2022

(87) WO2022/190861 15/09/2022

(30) 2021-038543 10/03/2021 JP

(45) 25/11/2025 452

(43) 25/04/2024 433

(73) JFE STEEL CORPORATION (JP)

2-3, Uchisaiwai-cho 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 1000011, Japan

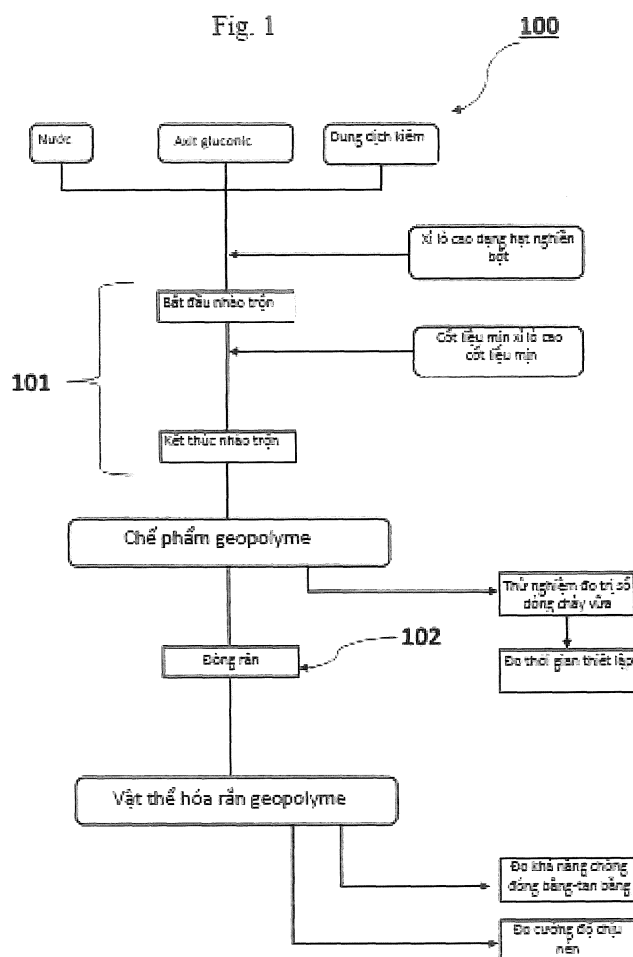
(72) TA Yasutaka (JP); MATSUNAGA Hisahiro (JP).

(74) Công ty Cổ phần Sở hữu công nghiệp INVESTIP (INVESTIP)

(54) PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT VẬT THỂ HÓA CỨNG GEOPOLYME, VẬT THỂ
HÓA CỨNG GEOPOLYME, PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT CHẾ PHẨM
GEOPOLYME, VÀ CHẾ PHẨM GEOPOLYME

(21) 1-2023-06872

(57) Sáng chế đề xuất phương pháp sản xuất vật thể hóa cứng geopolyme có khả năng chống đông cứng-tan cao trong khi ngăn chặn sự giảm tính lưu động chế phẩm geopolyme ngay cả khi một lượng lớn cốt liệu mịn xỉ lò cao được sử dụng làm cốt liệu. Phương pháp sản xuất vật thể hóa cứng geopolyme này bao gồm bước thứ nhất là sản xuất chế phẩm geopolyme bằng cách nhào trộn cốt liệu gồm cốt liệu mịn xỉ lò cao, bột gồm xỉ lò cao dạng hạt nghiền, dung dịch kim loại kiềm, axit gluconic, và nước, và bước thứ hai là đông rắn chế phẩm geopolyme được sản xuất ở bước thứ nhất. Phương pháp này khác biệt ở chỗ là tỷ lệ (Si/M) giữa lượng chất silicon (Si) chứa trong chế phẩm geopolyme là chế phẩm geopolyme không bao gồm cốt liệu và lượng chất của kim loại kiềm (M) chứa trong dung dịch kim loại kiềm đáp ứng quan hệ $1,6 \leq \text{Si/M} \leq 5,8$, và ở chỗ lượng chất trên một đơn vị thể tích của kim loại kiềm chứa trong chế phẩm geopolyme không bao gồm cốt liệu là $2,0 \text{ kmol/m}^3$ hoặc lớn hơn. Sáng chế còn đề cập đến vật thể hóa cứng geopolyme, phương pháp sản xuất chế phẩm geopolyme, và chế phẩm geopolyme.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất vật thể hóa cứng geopolymer, vật thể hóa cứng geopolymer, phương pháp sản xuất chế phẩm geopolymer, và chế phẩm geopolymer.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong những năm gần đây, như một biện pháp đối phó với hiện tượng nóng lên toàn cầu, việc sử dụng các vật liệu thải ra ít carbon dioxit (CO_2) nhất có thể trong quá trình sản xuất cũng đã được khám phá đối với các vật liệu trộn vào bê tông. Về vấn đề này, xi măng pooc-lăng thông thường chủ yếu được sử dụng làm xi măng để trộn vào bê tông, và vấn đề là một lượng lớn carbon dioxit (CO_2) được tạo ra trong quá trình sản xuất. Vì vậy, là một trong những công nghệ sản xuất bê tông không sử dụng xi măng pooc lăng, geopolymer đang và đang thu hút được sự quan tâm.

Được biết, geopolymer có cấu trúc trong đó các khối bột được liên kết với nhau bằng cách sử dụng polyme đông đặc của axit silicic làm chất kết dính. Thành phần được sử dụng cho geopolymer chủ yếu là bột có thành phần chủ yếu là nhôm silicat vô định hình, và dung dịch kim loại kiềm. Khi sử dụng bột, cao lanh, đất sét, tro bay, khói silic, xỉ lò cao dạng hạt nghiền, v.v., và làm dung dịch kim loại kiềm, natri hydroxit, kali hydroxit, thủy tinh lỏng, kali silicat, v.v. được sử dụng. Ngoài các thành phần này, hỗn hợp cần thiết được trộn vào dung dịch kim loại kiềm và được làm cứng, và nhờ đó thu được khối cứng tương tự như vữa sử dụng xi măng pooc lăng. Bằng cách thêm cốt liệu thô làm cốt liệu, sẽ thu được khối cứng tương tự như bê tông.

Bột thường thấy trong nghiên cứu geopolymer thông thường là hỗn hợp của tro bay và xỉ lò cao dạng hạt nghiền. Ở đây, tro bay và xỉ lò cao dạng hạt nghiền có thể thu được với số lượng lớn dưới dạng sản phẩm phụ từ lò đốt và lò cao, và việc sử dụng những vật liệu này cũng là điều mong muốn xét từ góc độ sử dụng hiệu quả các nguồn tài nguyên. Tuy nhiên, đối với cốt liệu trong nghiên cứu geopolymer, các vật liệu tự nhiên như cát, sỏi và đá nghiền được sử dụng và có rất ít ví dụ nghiên cứu sử dụng các sản phẩm phụ làm cốt liệu mịn xỉ lò cao. Theo đó, có rất ít nghiên cứu điều tra ảnh

hưởng đến thời gian đông kết của chế phẩm geopolymer sử dụng cốt liệu mịn xỉ lò cao, cũng như độ bền và khả năng chống đóng băng-tan băng của vật thể hóa cứng geopolymer được tạo ra từ chế phẩm geopolymer này.

Trong những trường hợp này phương pháp sản xuất chế phẩm geopolymer, chất phụ gia geopolymer, v.v, đã được đề xuất như được thể hiện dưới đây. Ví dụ, tài liệu sáng chế 1 bộc lộ phương pháp sản xuất chế phẩm geopolymer trong đó chất độn gồm có tro bay và xỉ lò cao, dung dịch kiềm, và cốt liệu được nhào trộn và được đóng rắn thành cứng. Phương pháp được mô tả trong tài liệu sáng chế 1 đề xuất chế phẩm geopolymer trong đó xỉ lò cao dạng hạt nghiền được trộn ở tỷ lệ là 10% hoặc cao hơn so với tro bay.

Tài liệu sáng chế 2 bộc lộ chất phụ gia cho geopolymer bao gồm chất giảm co ngót được tạo ra bởi hợp chất gốc oxyalkylen alkyl ete và chất giảm co ngót phụ trợ được tạo ra bởi hợp chất gốc axit oxycarbonic béo. Chất phụ gia được bộc lộ trong tài liệu sáng chế 2 là chất phụ gia cho geopolymer mà sử dụng tro bay và xỉ lò cao dạng hạt nghiền ở dạng bột và dùng để điều chỉnh thời gian đông kết và cải thiện tính lưu động và độ co ngót khi khô.

Danh sách tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: Bằng Sáng chế Nhật Bản số 6408454

Tài liệu sáng chế 2: JP-2017-202964A

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật

Tuy nhiên, các công nghệ thông thường được mô tả ở trên có những vấn đề sau. Trong tài liệu sáng chế 1, lượng trộn xỉ lò cao dạng hạt nghiền so với tro bay là nhỏ, và kết quả trộn của xỉ lò cao dạng hạt nghiền chỉ lên tới 30% theo thể tích so với tro bay. Hơn nữa, phương pháp sản xuất chế phẩm geopolymer được mô tả trong tài liệu sáng chế 1 được phát triển chỉ sử dụng cát tự nhiên làm cốt liệu mịn. Do đó, có một mối lo ngại rằng nếu xỉ lò cao dạng hạt nghiền được trộn với tỷ lệ vượt quá 30% theo thể tích so với tro bay và hơn nữa cốt liệu mịn xỉ lò cao được sử dụng trong phương pháp sản xuất chế phẩm geopolymer được mô tả trong tài liệu sáng chế 1, phản ứng giữa

xỉ lò cao dạng hạt nghiền và dung dịch kiềm tăng lên, điều này có thể dẫn đến giảm đáng kể tính lưu động của geopolyme chế phẩm và suy giảm khả năng gia công của chúng.

Tài liệu sáng chế 2 đề xuất một số chất phụ trợ giảm co ngót, và bộc lộ và bộc lộ rằng có thể đạt được hiệu quả giảm độ co ngót khi khô của vữa geopolyme. Ở đây, một ví dụ được trình bày trong đó, là cốt liệu của vật liệu cứng geopolyme, cát sông được sử dụng làm cốt liệu mịn và đá vôi nghiền được sử dụng làm cốt liệu thô. Hơn nữa, trong Tài liệu sáng chế 2, thí nghiệm chỉ được tiến hành trên một số chất nhất định của chất giảm co ngót và khả năng chống đóng băng-tan băng của vật thể cứng bằng geopolyme không được nghiên cứu.

Trong khi cát tự nhiên được sử dụng làm cốt liệu mịn trong Tài liệu Sáng chế 1 và 2, việc sử dụng vật liệu tự nhiên làm dấy lên mối lo ngại về ảnh hưởng của sự cạn kiệt tài nguyên. Từ quan điểm này, các chất thay thế cát làm cốt liệu mịn đã được khám phá. Là một trong những chất thay thế như vậy, có thể hình dung việc sử dụng cốt liệu mịn xỉ lò cao. Tuy nhiên, vì cốt liệu mịn xỉ lò cao là thành phần tương tự như xỉ lò cao dạng hạt nghiền, nó có thể phản ứng với dung dịch kim loại kiềm và thúc đẩy sự hóa cứng. Hơn nữa, sử dụng cốt liệu mịn xỉ lò cao làm cốt liệu mịn gây ra sự giảm tính lưu động của chế phẩm geopolyme khi tạo ra vật thể cứng lại bằng geopolyme và cũng dẫn đến thoát khí do không khí dễ bị mắc kẹt nhiều hơn. Kết quả là, vật thể được hóa cứng bằng geopolyme có thể bị giảm khả năng chống đóng băng-tan băng và cường độ chịu nén.

Đã được phát triển dựa trên những tình huống thực tế mà các công nghệ thông thường phải đối mặt, sáng chế này nhằm mục đích đề xuất phương pháp sản xuất vật thể được hóa cứng bằng geopolyme, vật thể được làm cứng bằng geopolyme, và hơn nữa là chế phẩm geopolyme và phương pháp sản xuất chúng. Phương pháp sản xuất geopolyme này không chỉ có thể ngăn chặn sự suy giảm tính lưu động của chế phẩm geopolyme ngay cả khi một lượng lớn cốt liệu mịn xỉ lò cao được sử dụng làm cốt liệu, mà còn tạo ra vật thể cứng bằng geopolyme có khả năng chống đóng băng-tan băng và cường độ chịu cao.

Giải quyết vấn đề

Các nhà phát minh hiện tại đã tiến hành mạnh mẽ các nghiên cứu để giải quyết

những thách thức được mô tả ở trên mà các công nghệ thông thường phải đối mặt.

Kết quả là chúng tôi đã nghiên cứu được rằng chế phẩm geopolyme trong đó lượng lớn cốt liệu mịn xi lò cao được trộn và có đặc tính tươi tuyệt vời có thể được sản xuất bằng cách: sản xuất chế phẩm geopolyme thu được bằng cách trộn, như nguyên liệu thô, cốt liệu gồm cốt liệu mịn xi lò cao, bột xi lò cao dạng hạt nghiền, dung dịch kim loại kiềm, axit gluconic, và nước; thiết lập tỷ lệ giữa lượng chất silicon (Si) chứa trong chế phẩm geopolyme là chế phẩm geopolyme không bao gồm cốt liệu và lượng chất của kim loại kiềm (M) chứa trong dung dịch kim loại kiềm đến phạm vi được xác định trước; và lượng chất thiết lập trên một đơn vị thể tích của kim loại kiềm chứa trong chế phẩm geopolyme không bao gồm cốt liệu là bằng hoặc lớn hơn so với lượng được xác định trước. Chúng tôi còn tìm hiểu thêm rằng, bằng cách đóng rắn chế phẩm geopolyme này, vật thể hóa cứng geopolyme có đặc tính tương tự như bê tông và cực kỳ ưu việt về khả năng chống đóng băng-tan băng có thể được sản xuất. Đây là cách sáng chế được phát triển.

Sáng chế được tạo ra dựa trên hiểu biết sâu sắc ở trên và được tóm tắt như sau. Nghĩa là, sáng chế đề xuất mục (1) và (2) được trình bày dưới đây:

(1) Phương pháp sản xuất vật thể hóa cứng geopolyme gồm:

bước thứ nhất là sản xuất chế phẩm geopolyme bằng cách nhào trộn cốt liệu gồm cốt liệu mịn xi lò cao, bột gồm xi lò cao dạng hạt nghiền, dung dịch kim loại kiềm, axit gluconic, và nước; và

bước thứ hai là đóng rắn chế phẩm geopolyme được sản xuất ở bước thứ nhất,

khác biệt ở chỗ:

tỷ lệ (Si/M) giữa lượng chất silicon (Si) chứa trong chế phẩm geopolyme là chế phẩm geopolyme không bao gồm cốt liệu và lượng chất của kim loại kiềm (M) chứa trong dung dịch kim loại kiềm đáp ứng quan hệ $1,6 \leq \text{Si/M} \leq 5,8$; và

lượng chất trên một đơn vị thể tích của kim loại kiềm chứa trong chế phẩm geopolyme không bao gồm cốt liệu là $2,0 \text{ kmol/m}^3$ hoặc lớn hơn.

Trong phương pháp sản xuất vật thể hóa cứng geopolyme theo sáng chế, các giải pháp sau đây được coi là có thể ưu tiên hơn:

(a) Bột bao gồm tro bay ở tỷ lệ là 40:60 đến 100:0 theo thể tích của xỉ lò cao dạng hạt nghiền so với tro bay.

(b) cốt liệu mịn xỉ lò cao là cốt liệu mịn trong cốt liệu được bao gồm trong cốt liệu mịn ở tỷ lệ là 50% hoặc cao hơn theo thể tích.

Vật thể hóa cứng geopolyme theo sáng chế là vật thể hóa cứng geopolyme được sản xuất bởi phương pháp sản xuất vật thể hóa cứng geopolyme được mô tả trên đây.

(2) Phương pháp sản xuất chế phẩm geopolyme theo sáng chế là phương pháp sản xuất chế phẩm geopolyme mà sản xuất chế phẩm geopolyme bằng cách nhào trộn cốt liệu gồm cốt liệu mịn xỉ lò cao, bột xỉ lò cao dạng hạt nghiền, dung dịch kim loại kiềm, axit gluconic, và nước,

khác biệt ở chỗ:

tỷ lệ (Si/M) giữa lượng chất silicon (Si) chứa trong chế phẩm geopolyme là chế phẩm geopolyme không bao gồm cốt liệu và lượng chất của kim loại kiềm (M) chứa trong dung dịch kim loại kiềm đáp ứng quan hệ $1,6 \leq \text{Si/M} \leq 5,8$; và

lượng chất trên một đơn vị thể tích của kim loại kiềm chứa trong chế phẩm geopolyme không bao gồm cốt liệu là $2,0 \text{ kmol/m}^3$ hoặc lớn hơn.

Chế phẩm geopolyme theo sáng chế là chế phẩm geopolyme được sản xuất bởi phương pháp sản xuất chế phẩm geopolyme này.

Hiệu quả đạt được của sáng chế

Theo sáng chế, chế phẩm đã được tạo thành công cho phép cốt liệu mịn xỉ lò cao được sử dụng làm cốt liệu mịn trong chế phẩm geopolyme ở tỷ lệ là 50% hoặc cao hơn theo thể tích và làm tăng đáng kể khả năng chống đóng băng-tan băng, được cho là điểm yếu của geopolyme, bằng cách sử dụng cốt liệu mịn xỉ lò cao. Hơn nữa, phương pháp sản xuất vật thể hóa cứng geopolyme theo sáng chế có thể cắt giảm việc sử dụng các cốt liệu mịn tự nhiên được sử dụng trong geopolyme thông thường, chẳng hạn như cát núi, cát sông, cát biển và cát nghiền được sản xuất tại các nhà máy nghiền đá. Điều này làm cho vật thể hóa cứng geopolyme thu được bằng phương pháp sản xuất vật thể hóa cứng geopolyme theo sáng chế vật thể hóa cứng geopolyme thân thiện với môi trường hơn.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

FIG. 1 là sơ đồ mô tả phương pháp sản xuất khối cứng polyme theo phương án của sáng chế.

FIG. 2 là sơ đồ mô tả phương pháp sản xuất khối cứng polyme theo phương án của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Phương án thứ nhất

FIG. 1 và FIG. 2 là các sơ đồ thể hiện phương pháp sản xuất vật thể hóa cứng geopolyme theo phương án này. FIG. 1 là sơ đồ cấu hình cơ bản của phương pháp sản xuất vật thể hóa cứng geopolyme ở trường hợp trong đó chế phẩm geopolyme mà là tiền chất của vật thể hóa cứng geopolyme không chứa cốt liệu thô, và FIG. 2 là sơ đồ cấu hình cơ bản của phương pháp sản xuất vật thể hóa cứng geopolyme ở trường hợp trong đó chế phẩm geopolyme mà là tiền chất của vật thể hóa cứng geopolyme chứa cốt liệu thô. Như được thể hiện trong FIG. 1 và FIG. 2, phương pháp sản xuất vật thể hóa cứng geopolyme 100 của phương án này bao gồm bước thứ nhất 101 là sản xuất chế phẩm geopolyme bằng cách nhào trộn cốt liệu gồm cốt liệu mịn xỉ lò cao, bột xỉ lò cao dạng hạt nghiền, dung dịch kim loại kiềm, axit gluconic, và nước, và bước thứ hai 102 là đóng rắn chế phẩm geopolyme được sản xuất ở bước thứ nhất. Sau đây, mỗi bước sẽ được mô tả.

Bước thứ nhất là sản xuất chế phẩm geopolyme

Theo phương án này, phương pháp sản xuất vật thể hóa cứng geopolyme bao gồm bước thứ nhất là sản xuất chế phẩm geopolyme bằng cách nhào trộn cốt liệu gồm cốt liệu mịn xỉ lò cao, bột xỉ lò cao dạng hạt nghiền và còn tùy chọn có tro bay được trộn trong đó, dung dịch kim loại kiềm, axit gluconic, và nước. Vật thể hóa cứng geopolyme được sản xuất bởi phương pháp sản xuất vật thể hóa cứng geopolyme theo phương án này thu được bằng cách đóng rắn chế phẩm geopolyme. Do đó, chế phẩm geopolyme được sản xuất ở bước thứ nhất là tiền chất của vật thể hóa cứng geopolyme. Ở đây, "geopolyme" là thuật ngữ chung cho các polyme vô định hình thu được bằng phản ứng giữa bột alumina-silica, chẳng hạn như xỉ lò cao dạng hạt nghiền hoặc tro bay, và dung dịch kiềm-silica, chẳng hạn như dung dịch nước natri silicat hoặc dung dịch nước natri hydroxit.

Nguyên liệu thô của chế phẩm geopolymer được sản xuất ở bước thứ nhất chủ yếu là bột là chính gồm xỉ lò cao dạng hạt nghiền (GG BF) hoặc bột còn gồm tro bay (FA), dung dịch kiềm, axit gluconic, và cốt liệu gồm cốt liệu mịn xỉ lò cao (BFS). Sau đây, mỗi thành phần có trong chế phẩm geopolymer được tạo ra ở bước đầu tiên sẽ được mô tả.

Bột

Bột nên bao gồm axit silicic, oxit silic, oxit nhôm hoặc oxit canxi hòa tan trong dung dịch kiềm. Các thành phần chính của bột bao gồm thủy tinh (vô định hình) thể hiện phản ứng tạo ra geopolymer khi có mặt kiềm. Silicon (Si) và nhôm (Al) là thành phần chính của bột được rửa giải khỏi bột bằng kiềm chứa trong dung dịch kiềm và trải qua phản ứng đa ngưng tụ, v.v. kèm theo phản ứng khử nước để tạo thành geopolymer là ngưng tụ silicon (Si)-silicon (Si).

Bột bao gồm xỉ lò cao dạng hạt nghiền (GGBF) làm thành phần chính. Nghĩa là, xỉ lò cao dạng hạt nghiền thu được bằng cách xử lý xỉ lò cao được tạo hạt bằng nước được tạo ra như một sản phẩm phụ khi sản xuất gang bằng lò cao có thể được sử dụng làm bột. Tùy chọn, tro bay (FA) hoặc khói silica (SF) được tạo ra dưới dạng sản phẩm phụ tại các nhà máy nhiệt điện có thể được thêm vào bột. Cụ thể, có thể sử dụng các sản phẩm đạt tiêu chuẩn quy định tại JIS A 6206:2013 làm xỉ lò cao được nghiền. Ví dụ, sản phẩm tiêu chuẩn quy định trong JIS A 6201: 2015 có thể được sử dụng làm tro bay (FA).

Trường hợp mà trong đó cốt liệu thô không được sử dụng, lượng bột trộn chứa trong chế phẩm geopolymer cần được điều chỉnh thành 500 đến 900 kg/m³ là tổng của xỉ lò cao dạng hạt nghiền (GGBF) và tro bay (FA). Lượng bột trộn bằng hoặc lớn hơn 500 kg/m³ được ưu tiên, bởi vì sau đó chế phẩm geopolymer cần để sản xuất vật thể hóa cứng geopolymer có khả năng chống đóng băng-tan băng ưu việt có thể được sản xuất. Lượng bột trộn bằng hoặc nhỏ hơn 900 kg/m³ được ưu tiên, bởi vì khi đó bột vẫn có thể không phản ứng. Trường hợp mà trong đó cốt liệu thô được trộn, được ưu tiên là lượng bột được điều chỉnh thành 200 đến 600 kg/m³ là tổng của xỉ lò cao dạng hạt nghiền (GGBF) và tro bay (FA). Tỷ lệ trộn của xỉ lò cao dạng hạt nghiền (GGBF) và tro bay (FA) được bao gồm bột được thiết lập phù hợp để đảm bảo thời gian bắt đầu đóng rắn và thời gian kết thúc đông kết chế phẩm geopolymer. Theo sáng chế, vật thể

hóa cứng geopolyme thích hợp thu được bằng cách tối ưu hóa tỷ lệ thể tích giữa xỉ lò cao dạng hạt nghiền (GGBF) và tro bay (FA), tỷ lệ thể tích của cốt liệu mịn xỉ lò cao trong cốt liệu mịn, v.v. Việc tính tỷ lệ thể tích của mỗi vật liệu có thể được thực hiện bằng cách chia khối lượng trên một đơn vị thể tích trong bảng công thức cho tỷ trọng của vật liệu. Ở đây, tỷ trọng là tỷ trọng được quy định trong JIS R 5201: 2015 đối với xỉ lò cao dạng hạt nghiền (GGBF) và tro bay (FA), và là tỷ trọng được quy định trong JIS A 1109: 2020 đối với cốt liệu mịn.

Trong khi bột được sử dụng trong bước đầu tiên bao gồm chủ yếu là bột bao gồm xỉ lò cao dạng hạt nghiền (GGBF) hoặc bột còn bao gồm tro bay (FA), các sản phẩm phụ công nghiệp, chẳng hạn như metakaolin là sản phẩm nung từ đất sét khoáng chất, tro trấu, tro cọ thu được bằng cách nung cặn dầu cọ, thủy tinh thải, tro đốt rác thải đô thị và tro đốt bùn thải, có thể được coi là các thành phần khác trong phạm vi mà đối tượng của sáng chế không phải là can thiệp. Do đó, vì chế phẩm geopolyme được sản xuất ở bước thứ nhất bao gồm chủ yếu bột xỉ lò cao dạng hạt nghiền hoặc bột còn gồm tro bay (FA), nó có đặc điểm là chứa lượng silicon (Si) và nhôm (Al) lớn hơn và ít canxi (Ca) hơn so với bê tông xi măng.

Dung dịch kiềm

Dung dịch nước bao gồm hợp chất hóa học với natri hydroxit, kali hydroxit, thủy tinh hoặc kali silicat được mong muốn làm dung dịch kiềm. Vì geopolyme được hóa cứng bằng nguồn kiềm nên cần phải sử dụng hợp chất kim loại kiềm bao gồm kali hoặc natri. Từ quan điểm phát triển độ bền của vật thể được hóa cứng bằng geopolyme, lượng hợp chất kim loại kiềm được sử dụng phải sao cho số mol trên một đơn vị thể tích của kim loại kiềm (ví dụ Na) có trong vật liệu được làm cứng bằng geopolyme không kể cốt liệu là $2,0 \text{ kmol/m}^3$ hoặc lớn hơn. Điều này là do khi số mol trên một đơn vị thể tích của kim loại kiềm (ví dụ Na) được chứa trong chế phẩm geopolyme là $2,0 \text{ kmol/m}^3$ hoặc lớn hơn, thì phản ứng trùng hợp của silicon (Si) tiến triển đủ để có thể đảm bảo quá trình chống đóng băng-tan băng và cường độ chịu nén của vật liệu cứng geopolyme thu được bằng cách xử lý thành phần geopolyme.

Nồng độ của dung dịch kiềm được sử dụng khi sản xuất chế phẩm geopolyme trong bước thứ nhất có thể được thiết lập phù hợp với lượng nước được chứa trong chế phẩm geopolyme và lượng chất của alkali (OH) được tính vào. Ví dụ, ở trường hợp

trong đó dung dịch nước natri hydroxit (mật độ: $1,5 \text{ g/cm}^3$) được sử dụng làm dung dịch kiềm, nồng độ của dung dịch nước natri hydroxit có thể được thiết lập thành 48% khối lượng. Lượng nước đơn vị có thể được xác định bằng nước được chứa trong dung dịch kiềm và dung dịch axit gluconic và nước được tạo ra do phản ứng đa ngưng tụ của silicon (Si) được tính vào.

Trong khi lượng nước đơn vị thay đổi tùy thuộc vào cường độ yêu cầu, trong trường hợp không sử dụng cốt liệu thô, lượng nước đơn vị được điều chỉnh mong muốn trong khoảng từ 100 đến 300 kg/m^3 . Trường hợp mà trong đó cốt liệu thô được sử dụng, lượng nước đơn vị được điều chỉnh mong muốn trong khoảng từ 60 đến 200 kg/m^3 . Lượng nước đơn vị có thể được xác định bằng nước được chứa trong dung dịch kiềm và dung dịch axit gluconic được tính vào. Lượng nước đơn vị bằng hoặc lớn hơn trị số giới hạn dưới của mỗi phạm vi được ưu tiên bởi vì tính lưu động của chế phẩm geopolyme có thể được đảm bảo. Lượng nước đơn vị bằng hoặc nhỏ hơn trị số giới hạn trên của mỗi phạm vi có thể giảm thiểu sự giảm cường độ chịu nén.

Cốt liệu

Cốt liệu chứa trong chế phẩm geopolyme bao gồm cốt liệu mịn xỉ lò cao. Cốt liệu có thể bao gồm cốt liệu mịn ngoại trừ cốt liệu mịn xỉ lò cao. Cốt liệu có thể còn bao gồm cốt liệu thô. Cốt liệu gồm có cốt liệu mịn xỉ lò cao được sử dụng làm cốt liệu là nguyên liệu thô của chế phẩm geopolyme được sản xuất ở bước thứ nhất. Kích thước hạt của nó được điều chỉnh theo mong muốn để đáp ứng tiêu chuẩn của JIS A 5011-1: 2018. Điều này là do khi cốt liệu bao gồm cốt liệu mịn xỉ lò cao, có thể mong đợi sẽ có tác dụng giảm độ co ngót khi khô của vật thể hóa cứng bằng geopolyme. Hơn nữa, được ưu tiên là, cốt liệu mịn xỉ lò cao là cốt liệu mịn trong cốt liệu được bao gồm trong cốt liệu mịn ở tỷ lệ là 50% hoặc cao hơn theo thể tích.

Lượng trộn của cốt liệu chứa trong chế phẩm geopolyme được điều chỉnh theo mong muốn sao cho tỷ lệ khối cốt liệu (thể tích mà cốt liệu chiếm trong thể tích của chế phẩm geopolyme) trở nên cao nhất có thể. Ví dụ, ở trường hợp trong đó cốt liệu thô không được trộn trong chế phẩm geopolyme, tỷ lệ khối của 40% hoặc cao hơn là mong muốn. Trường hợp mà trong đó cốt liệu thô được trộn trong chế phẩm geopolyme, tỷ lệ khối của 60% hoặc cao hơn là mong muốn. Vì vật thể được hóa cứng geopolyme có ảnh hưởng đáng kể đến lượng co ngót khi khô, nên việc tăng tỷ lệ khối

cốt liệu có thể làm giảm lượng vật thể được hóa cứng bằng geopolymer và do đó làm giảm lượng co ngót khi khô. Một trong những phương pháp phổ biến để giảm độ co ngót khi khô của vật thể hóa cứng geopolymer là tăng tỷ lệ khối lượng của cốt liệu thô. Vì cốt liệu thô thường có thể được mua với giá rẻ, nên việc tăng tỷ lệ khối của cốt liệu thô (thể tích mà cốt liệu thô chiếm trong thể tích của chế phẩm geopolymer) dẫn đến việc giảm giá của sản phẩm nhào trộn thu được bằng cách nhào trộn các thành phần của chế phẩm geopolymer, do đó kinh tế hơn và thích hợp hơn.

Tỷ lệ hấp thụ nước của cốt liệu mịn nên là 3,5% hoặc thấp hơn. Tỷ lệ hấp thụ nước của cốt liệu mịn bằng hoặc thấp hơn 3,5% được ưu tiên, bởi vì khi đó chất lượng đồng nhất của các chế phẩm geopolymer được tạo ra ở bước đầu tiên có thể được duy trì. Vì lý do tương tự, tỷ trọng ở điều kiện khô bề mặt của cốt liệu mịn phải là $2,5\text{g/cm}^3$ hoặc cao hơn.

Cốt liệu thô xỉ lò cao, cốt liệu thô tự nhiên thường được sử dụng cho bê tông hoặc một trong những cốt liệu thô này với kích thước hạt được điều chỉnh để đáp ứng kích thước hạt của tiêu chuẩn JIS có thể được sử dụng làm cốt liệu thô. Ví dụ, cốt liệu tự nhiên được quy định trong JIS A1110: 2020 có thể được sử dụng làm cốt liệu thô. Điều mong muốn là tỷ lệ hấp thụ nước của cốt liệu thô này là 3,0% hoặc thấp hơn vì lý do tương tự mà cốt liệu mịn mô tả ở trên được sử dụng. Hơn nữa, tỷ trọng ở điều kiện khô bề mặt của cốt liệu thô nên là $2,5\text{g/cm}^3$ hoặc cao hơn.

Axit gluconic

Chế phẩm geopolymer được sản xuất ở bước thứ nhất theo phương pháp sản xuất vật thể hóa cứng geopolymer theo phương án này còn bao gồm axit gluconic làm chất phụ gia cho mục đích của nó là đảm bảo tính lưu động của nó và làm chậm quá trình đông cứng. Do đó, phương pháp sản xuất vật thể hóa cứng geopolymer theo phương án này có một đặc điểm kỹ thuật trong đó chế phẩm geopolymer that là tiền chất của vật thể hóa cứng geopolymer chứa axit gluconic làm nguyên liệu thô. Axit gluconic là axit oxycarbonic béo và có tác dụng làm chậm quá trình đông cứng của chế phẩm geopolymer.

Chế phẩm geopolymer được sản xuất ở bước thứ nhất chứa bột xỉ lò cao dạng hạt nghiền (GGBF) hoặc bột còn gồm tro bay (FA), và cốt liệu mịn xỉ lò cao làm nguyên liệu thô. Do đó, nếu đơn giản chỉ thêm một loại phụ gia thông thường vào thì phản ứng

giữa silicon (Si) và nhôm (Al) có trong bột và cốt liệu mịn xỉ lò cao một mặt và mặt khác là kiềm trong dung dịch kiềm sẽ tăng lên và lượng lớn geopolymer được tạo ra, làm giảm đáng kể tính lưu động của chế phẩm geopolymer. Chế phẩm geopolymer với tính lưu động giảm đã làm giảm đáng kể khả năng gia công. Kết quả là, việc tạo ra vật thể cứng geopolymer mong muốn bằng cách sử dụng thành phần geopolymer có tính lưu động giảm sẽ trở nên khó khăn.

Về vấn đề này, trong phương pháp sản xuất vật thể hóa cứng geopolymer theo phương án này, axit gluconic đó là axit oxycarbonic béo được thêm vào làm chất phụ gia cho chế phẩm geopolymer được sản xuất ở bước thứ nhất, và tính lưu động của chế phẩm geopolymer nhờ đó có thể được cải thiện. Axit gluconic chứa trong chế phẩm geopolymer được coi là chelat các ion canxi (Ca^{2+}) được cung cấp từ xỉ lò cao dạng hạt nghiền chứa trong chế phẩm geopolymer được sản xuất ở bước thứ nhất và cô lập các ion này và do đó làm giảm phản ứng với alkali trong dung dịch kiềm. Kết quả là, tính lưu động của chế phẩm geopolymer có thể được bảo đảm và việc hóa cứng của chế phẩm geopolymer có thể bị chậm lại.

Trường hợp mà trong đó dung dịch nước axit gluconic (tỷ trọng: 1,8 g/cm³, nồng độ phần trăm khối lượng: 50%) được sử dụng làm axit gluconic và được trộn như một thành phần của chế phẩm geopolymer, dung dịch nước axit gluconic này nên được sử dụng trong khoảng từ 0,1 đến 60 kg/m³. Điều này là do nếu không thì chi phí vật liệu của chế phẩm geopolymer sẽ cao và lượng nước trong chế phẩm geopolymer tăng lên và làm chậm quá trình hóa cứng của chế phẩm geopolymer bị ảnh hưởng.

Chế phẩm geopolymer được sản xuất ở bước thứ nhất khác biệt ở chỗ tỷ lệ (Si/M) giữa lượng chất silicon (Si) chứa trong chế phẩm geopolymer không bao gồm cốt liệu và lượng chất của kim loại kiềm (M) chứa trong dung dịch kim loại kiềm là nằm trong khoảng $1,6 \leq \text{Si/M} \leq 5,8$. Khi tỷ lệ (Si/M) giữa lượng chất silicon (Si) và lượng chất của kim loại kiềm (M) chứa trong dung dịch kim loại kiềm là thấp hơn 1,6, do dung dịch kiềm dư, dung dịch kiềm không phản ứng và carbon dioxid trong không khí phản ứng và biến thành cacbonat kiềm và nước. Điều này là không thuận lợi vì kết quả là các khoảng trống trong vật thể hóa cứng geopolymer có thể tăng lên và khả năng chống đóng băng-tan băng của vật liệu hóa cứng geopolymer có thể giảm. Mặt khác, khi tỷ lệ (Si/M) giữa lượng chất silic (Si) và lượng chất kim loại kiềm (M) có trong dung dịch kim loại kiềm vượt quá 5,8 thì điều này không thuận lợi vì lượng cung cấp kim loại

kiềm (ví dụ Na) có thể trở nên không đủ và cường độ chịu nén của vật thể hóa cứng geopolyme có thể giảm đáng kể. Kim loại kiềm không bị giới hạn cụ thể miễn là nó là kim loại thuộc nhóm 1A, chẳng hạn như liti, natri hoặc kali, nhưng natri hoặc kali được ưu tiên hơn từ quan điểm xử lý và chi phí.

Hơn nữa, chế phẩm geopolyme được sản xuất ở bước thứ nhất khác biệt ở chỗ lượng chất trên một đơn vị thể tích của kim loại kiềm chứa trong chế phẩm geopolyme không bao gồm cốt liệu là $2,0 \text{ kmol/m}^3$ hoặc lớn hơn. Điều này là do khi số mol trên một đơn vị thể tích của kim loại kiềm (ví dụ Na) được chứa trong chế phẩm geopolyme không bao gồm cốt liệu là $2,0 \text{ kmol/m}^3$ hoặc lớn hơn, thì phản ứng trùng hợp của silicon (Si) tiến triển đủ để có thể đảm bảo quá trình chống đóng băng-tan băng và cường độ chịu nén của vật liệu cứng geopolyme thu được bằng cách xử lý thành phần geopolyme.

Nhào trộn

Việc nhào trộn (bước) được thực hiện bằng cách đặt các vật liệu khác nhau được mô tả ở trên vào các máy trộn cơ học khác nhau và khuấy và trộn chúng lại với nhau. Máy trộn được sử dụng để nhào trộn không bị giới hạn đặc biệt miễn là nó có thể tạo ra chế phẩm geopolyme bằng cách khuấy đủ các vật liệu khác nhau để cho phép phản ứng đa ngưng tụ giữa silicon (Si) và nhôm (Al) diễn ra. Ví dụ, máy trộn vữa (tuân theo JIS R5201), máy trộn kiểu chảo, máy trộn hai trục cường bức, v.v... có thể sử dụng tương tự như máy trộn bê tông xi măng có thể được sử dụng làm máy trộn dùng để nhào trộn.

Ví dụ, được ưu tiên là quy trình của bước nhào trộn này liên quan đến việc cho cấp bột bao gồm xỉ lò cao dạng hạt nghiền (GGBF) là chất độn hoặc bột hoạt tính còn gồm tro bay (FA), và cốt liệu gồm cốt liệu mịn xỉ lò cao vào máy trộn, và sau khi trộn khô các vật liệu hỗn hợp này trước, nhào trộn chúng trong điều kiện thêm dung dịch kiềm. Nhào có thể được thực hiện ở hai mức tốc độ, tốc độ thấp và tốc độ cao.

Bước thứ hai của việc đóng rắn chế phẩm geopolyme

Phương pháp sản xuất vật thể hóa cứng geopolyme theo phương án này bao gồm bước thứ hai là đóng rắn chế phẩm geopolyme được sản xuất ở bước thứ nhất. Điều này là do khi chế phẩm geopolyme được đóng rắn, phản ứng giữa silicon (Si) và nhôm (Al) chứa trong chế phẩm geopolyme một mặt và mặt khác alkali chứa trong dung dịch kiềm và do đó vật thể hóa cứng bằng geopolyme được tạo ra.. Bước thứ hai là đóng rắn

chế phẩm geopolyme cần được thực hiện bằng cách đóng rắn ở nhiệt độ phòng hoặc đóng rắn bằng hơi nước. Đóng rắn ở nhiệt độ phòng có thể là đóng rắn trong không khí (ví dụ: nhiệt độ: 20°C, độ ẩm: 60%RH) hoặc có thể đóng rắn dưới nước (ví dụ: nhiệt độ: 20°C). Mặt khác, được ưu tiên là đóng rắn bằng hơi nước được thực hiện bằng thiết bị có thể duy trì nhiệt độ và độ ẩm được xác định trước. Với mục đích tăng độ bền ban đầu của vật liệu được hóa cứng bằng geopolyme, việc đóng rắn bằng khí quyển như đóng rắn sơ bộ và đóng rắn bằng hơi nước sử dụng nhiệt bằng hơi nước ở nhiệt độ 40 đến 80°C có thể được thực hiện kết hợp.

Chế phẩm geopolyme được sản xuất ở bước thứ nhất được đổ đầy trong khuôn (ván khuôn). Để cho phép chế phẩm geopolyme dễ dàng được loại bỏ khỏi khuôn (ván khuôn), chất tháo khuôn, chẳng hạn như sáp, có thể được bôi vào bên trong ván khuôn. Vật được làm bằng gỗ hoặc kim loại, chẳng hạn như thép, tương tự như những loại thường được sử dụng làm ván khuôn bê tông có thể được sử dụng làm ván khuôn. Ví dụ về các chất giải phóng khuôn bao gồm sáp dầu mỏ, sáp động vật hoặc thực vật, sáp khoáng và sáp tổng hợp.

Thời gian đóng rắn của chế phẩm geopolyme được đổ đầy trong khuôn (ván khuôn) được thiết lập thích hợp sao cho vật thể hóa cứng geopolyme được hình thành sau phản ứng giữa silicon (Si), nhôm (Al) và canxi (Ca) có trong chế phẩm geopolyme một mặt và mặt khác kiềm chứa trong dung dịch kiềm đủ. Ví dụ, thời gian đóng rắn của chế phẩm geopolyme có thể đặt thành một ngày, ba ngày, bảy ngày, 28 ngày, 91 ngày, v.v. theo tính chất của chế phẩm geopolyme. Trong công việc thực tế hoặc sản xuất sản phẩm, thời gian đóng rắn mong muốn là thời gian đóng rắn ước là từ 5 đến 9 ngày, tương tự như đối với bê tông thông thường, có tính đến năng suất và thời gian làm việc.

Trong phương pháp sản xuất vật thể hóa cứng geopolyme theo phương án này, chế phẩm geopolyme hóa cứng thành vật thể hóa cứng geopolyme trong bước thứ hai.

Như đã được mô tả trên đây, theo phương pháp sản xuất vật thể hóa cứng geopolyme của phương án thứ nhất, có thể làm tăng cường tính lưu động của chế phẩm geopolyme thạt là tiền chất của vật thể hóa cứng geopolyme (ví dụ, dòng chảy vừa ở trường hợp trong đó cốt liệu thô không được bao gồm, và độ sụt hoặc dòng sụt ở trường hợp trong đó cốt liệu thô được bao gồm) và từ đó cải thiện các đặc tính mới của chúng,

cũng như tạo ra vật thể hóa cứng geopolymer mà được tăng cường đáng kể về khả năng chống đóng băng-tan băng được cho là điểm yếu của geopolymer. Hơn nữa, phương pháp sản xuất vật thể hóa cứng geopolymer của phương án thứ nhất không yêu cầu sử dụng cốt liệu mịn tự nhiên được sử dụng trong các vật liệu cứng bằng geopolymer thông thường. Do đó, phương pháp này có thể tạo ra vật thể hóa cứng geopolymer thân thiện với môi trường hơn mà không gây ra sự tàn phá thiên nhiên.

Phương án thứ hai

Tiếp theo, phương pháp sản xuất vật thể hóa cứng geopolymer theo phương án thứ hai theo sáng chế sẽ được mô tả. Phương pháp sản xuất vật thể hóa cứng geopolymer theo phương án này khác biệt ở chỗ bột được sử dụng trong bước thứ nhất của phương pháp sản xuất vật thể hóa cứng geopolymer của phương án thứ nhất bao gồm tro bay ở tỷ lệ là 40:60 đến 100:0 là tỷ lệ thể tích giữa xỉ lò cao dạng hạt nghiền và tro bay.

Trong phương pháp sản xuất vật thể hóa cứng geopolymer theo phương án này, tỷ lệ trộn giữa xỉ lò cao dạng hạt nghiền và tro bay là 40:60 là tỷ lệ thể tích được ưu tiên bởi vì sau đó phản ứng đa ngưng tụ của silicon (Si) v.v. chứa trong tro bay được thúc đẩy. Tỷ lệ trộn giữa xỉ lò cao dạng hạt nghiền và tro bay của 100:0 là tỷ lệ thể tích được ưu tiên bởi vì sau đó lượng lớn xỉ lò cao dạng hạt nghiền có thể được sử dụng và thời gian bắt đầu thiết lập và thời gian kết thúc thiết lập của chế phẩm geopolymer có thể được đảm bảo. Do đó, in phương pháp sản xuất vật thể hóa cứng geopolymer theo phương án này, vì axit gluconic được chứa trong chế phẩm geopolymer được sản xuất ở bước thứ nhất, tính lưu động có thể được đảm bảo ngay cả khi bột gồm lượng lớn xỉ lò cao dạng hạt nghiền được sử dụng làm bột, và hóa cứng nhanh chóng của chế phẩm geopolymer có thể được chậm lại. Cụ thể, trong phương pháp sản xuất vật thể hóa cứng geopolymer theo phương án này, vì tỷ lệ giữa lượng chất silicon (Si) chứa trong chế phẩm geopolymer là chế phẩm geopolymer không bao gồm cốt liệu và lượng chất của kim loại kiềm (M) chứa trong dung dịch kim loại kiềm được thiết lập đến phạm vi được xác định trước, và lượng chất trên một đơn vị thể tích của kim loại kiềm chứa trong chế phẩm geopolymer cũng không bao gồm cốt liệu được thiết lập là bằng hoặc lớn hơn so với lượng được xác định trước, có thể đảm bảo tính lưu động ngay cả khi bột gồm lượng lớn xỉ lò cao dạng hạt nghiền được sử dụng làm bột và cốt liệu gồm lượng lớn cốt liệu mịn xỉ lò cao được sử dụng. Trong phương pháp sản xuất vật thể hóa cứng

geopolyme theo phương án này, vật thể hóa cứng geopolyme với khả năng chống đóng băng-tan băng được tăng cường đáng kể có thể thu được bằng cách đóng rắn thành phần geopolyme.

Như đã được mô tả trên đây, theo phương pháp sản xuất vật thể hóa cứng geopolyme của phương án thứ hai, bột tro bay ở tỷ lệ là 40:60 đến 100:0 là tỷ lệ thể tích giữa xỉ lò cao dạng hạt nghiền và tro bay được sử dụng, để có thể đảm bảo đủ thời gian bắt đầu thiết lập và thời gian kết thúc thiết lập của chế phẩm geopolyme, cũng như có thể thu được chế phẩm geopolyme có khả năng gia công ưu việt. Bằng cách kéo dài, vật thể hóa cứng geopolyme ưu việt về khả năng chống đóng băng-tan băng như một sản phẩm bê tông thứ cấp có thể được sản xuất.

Phương án thứ ba

Tiếp theo, phương pháp sản xuất vật thể hóa cứng geopolyme theo phương án này sẽ được mô tả. Phương pháp sản xuất vật thể hóa cứng geopolyme theo phương án này khác biệt ở chỗ cốt liệu mịn xỉ lò cao được bao gồm trong cốt liệu mịn ở tỷ lệ là 50% hoặc cao hơn theo thể tích là cốt liệu mịn trong cốt liệu chứa trong chế phẩm geopolyme được sản xuất ở bước thứ nhất của phương pháp sản xuất vật thể hóa cứng geopolyme của các phương án trên đây.

Làm cốt liệu mịn trong cốt liệu mà được chứa trong chế phẩm geopolyme được sản xuất ở bước thứ nhất của phương pháp sản xuất vật thể hóa cứng geopolyme theo phương án này, cốt liệu mịn mà bao gồm cốt liệu mịn xỉ lò cao ở tỷ lệ là 50% hoặc cao hơn theo thể tích được ưu tiên, vì sau đó khả năng chống đóng băng-tan băng của vật thể hóa cứng geopolyme có thể được gia tăng đáng kể và vật thể hóa cứng geopolyme ưu việt về độ bền, chẳng hạn như cường độ chịu nén, có thể được sản xuất. Cốt liệu mịn trong cốt liệu chứa trong chế phẩm geopolyme có thể là cốt liệu mịn bất kỳ mà bao gồm cốt liệu mịn xỉ lò cao ở tỷ lệ là 50% hoặc cao hơn theo thể tích, và do đó cốt liệu có thể bao gồm cốt liệu mịn xỉ lò cao ở tỷ lệ là 100% theo thể tích. Khi cốt liệu mịn chứa trong chế phẩm geopolyme bao gồm cốt liệu mịn xỉ lò cao ở tỷ lệ là 50% hoặc cao hơn theo thể tích, điều này được ưu tiên bởi vì sau đó lượng lớn xỉ lò cao được tạo ra là sản phẩm phụ khi sản xuất gang bằng lò cao có thể được sử dụng một cách hiệu quả để thay thế cho cát tự nhiên, như cát núi, cát biển hoặc cát nghiền được sản xuất tại nhà máy nghiền đá.

Như đã được mô tả trên đây, theo phương pháp sản xuất vật thể hóa cứng geopolyme của phương án thứ ba, làm cốt liệu mịn trong cốt liệu được sử dụng trong bước thứ nhất, cốt liệu mịn xỉ lò cao được bao gồm trong cốt liệu mịn ở tỷ lệ là 50% hoặc cao hơn theo thể tích. Do đó, vật thể hóa cứng geopolyme mà thân thiện với môi trường hơn và tăng cường đáng kể khả năng chống đóng băng-tan băng có thể được sản xuất.

Phương án thứ tư

Phương án này là vật thể hóa cứng geopolyme được sản xuất bởi phương pháp sản xuất vật thể hóa cứng geopolyme của các phương án trên đây. Nghĩa là, vật thể hóa cứng geopolyme theo phương án này là vật thể hóa cứng với khả năng chống đóng băng-tan băng đáng kể mà thu được bằng cách đóng rắn chế phẩm geopolyme chứa, như nguyên liệu thô, bột xỉ lò cao dạng hạt nghiền (GGBF) hoặc bột còn gồm tro bay (FA), và cốt liệu mịn gồm cốt liệu mịn xỉ lò cao, và có đặc tính tươi ưu việt (dòng chảy vừa, lỏng hoặc dòng chảy lỏng, v.v.), và do đó có thể được sử dụng để thay thế cho sản phẩm bê tông thứ cấp. Do đó, vật thể hóa cứng geopolyme theo phương án này có thể được sử dụng để bảo vệ các sườn dốc của lạch đã cũ; khối/gạch xây dựng; các công trình thủy sản như cá và rạn san hô; xử lý ổn định đất nhiễm kim loại nặng; sửa chữa bờ ao thủy lợi đã cũ; sửa chữa kè; tường kín nước bên trong thân đập; biện pháp xử lý nền đất yếu; áp dụng phương pháp thi công móng kiểu hộp; và xử lý hóa cứng đất sét mềm.

Hơn nữa, vật thể hóa cứng geopolyme theo phương án này khác biệt ở chỗ có khả năng chống cháy tốt và ít xảy ra phản ứng kiềm-silica.

Vì vật thể hóa cứng geopolyme theo phương án này có khả năng chống đóng băng-tan băng cực kỳ ưu việt, nó có thể được sử dụng làm vật liệu xây dựng như tà vẹt, khối bên ngoài, máng nước chữ U, khối ranh giới vỉa hè và vỉa hè sân đỗ sân bay.

Như đã được mô tả trên đây, theo vật thể hóa cứng geopolyme của phương án thứ tư, cho cốt liệu là nguyên liệu thô của chế phẩm geopolyme, cốt liệu mịn gồm cốt liệu mịn xỉ lò cao ở tỷ lệ là 50% hoặc cao hơn theo thể tích được chấp nhận làm cốt liệu mịn, sao cho vật thể hóa cứng geopolyme với khả năng chống đóng băng-tan băng đáng kể có thể được sản xuất.

Phương án thứ năm

Phương pháp sản xuất chế phẩm geopolymer theo phương án thứ năm sẽ được mô tả. Phương pháp sản xuất chế phẩm geopolymer theo phương án này khác biệt ở chỗ phương pháp này bao gồm sản xuất chế phẩm geopolymer bằng cách nhào trộn cốt liệu mịn gồm cốt liệu mịn xi lò cao, bột xi lò cao dạng hạt nghiền (GGBF) hoặc bột còn gồm tro bay (FA), dung dịch kim loại kiềm, axit gluconic, và nước; tỷ lệ (Si/M) giữa lượng chất silicon (Si) chứa trong chế phẩm geopolymer là chế phẩm geopolymer không bao gồm cốt liệu và lượng chất của kim loại kiềm (M) chứa trong dung dịch kim loại kiềm được thiết lập đến phạm vi được xác định trước; và in chế phẩm geopolymer, lượng chất trên một đơn vị thể tích của kim loại kiềm chứa trong chế phẩm geopolymer không bao gồm cốt liệu được thiết lập bằng hoặc lớn hơn so với lượng được xác định trước.

Phương pháp sản xuất chế phẩm geopolymer theo phương án này có thể sản xuất chế phẩm geopolymer mà là tiền chất của vật thể hóa cứng geopolymer. Do đó, phương pháp sản xuất chế phẩm geopolymer theo phương án này tương ứng với bước thứ nhất của phương pháp sản xuất vật thể hóa cứng geopolymer. Chế phẩm geopolymer chứa axit gluconic làm chất phụ gia, và chế phẩm geopolymer không bao gồm cốt liệu chứa lượng kim loại kiềm xác định trước. Do đó, mặc dù chế phẩm geopolymer chứa bột gồm lượng lớn xi lò cao dạng hạt nghiền hoặc bột còn gồm tro bay (FA) và chứa cốt liệu mịn gồm cốt liệu mịn xi lò cao làm cốt liệu ở tỷ lệ là 50% hoặc cao hơn theo thể tích trong toàn bộ cốt liệu mịn, chế phẩm geopolymer có thể sản xuất vật thể hóa cứng geopolymer với khả năng chống đóng băng-tan băng đáng kể mà không làm giảm tính lưu động của chế phẩm geopolymer.

Như đã được mô tả trên đây, theo phương pháp sản xuất chế phẩm geopolymer của phương án thứ năm, là cốt liệu mịn trong cốt liệu chứa trong chế phẩm geopolymer, cốt liệu mịn gồm cốt liệu mịn xi lò cao ở tỷ lệ là 50% hoặc cao hơn theo thể tích được chấp nhận. Do đó, chế phẩm geopolymer mà là tiền chất của vật thể hóa cứng geopolymer với khả năng chống đóng băng-tan băng đáng kể có thể được sản xuất.

Các phương án khác

Trong khi sáng chế của đơn này đã được mô tả tham chiếu đến các phương án, nhưng sáng chế của đơn này không chỉ giới hạn ở các phương án này. Những thay đổi khác nhau mà những người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này có thể hiểu được

có thể được thực hiện đối với cấu hình và chi tiết của sáng chế của đơn này trong phạm vi kỹ thuật của sáng chế của đơn này.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Ví dụ 1

Bảng 1 thể hiện nguyên liệu được sử dụng làm nguyên liệu thô của chế phẩm geopolymer trong phương pháp sản xuất vật thể hóa cứng geopolymer theo sáng chế. Như được thể hiện trong Bảng 1, bột, dung dịch kiềm, cốt liệu mịn, cốt liệu thô, và chất phụ gia được sử dụng làm vật liệu của chế phẩm geopolymer được sử dụng trong các ví dụ sau đây. Bảng 1 thể hiện các ký hiệu và tính chất vật lý cùng với tên của vật liệu. Đối với các đặc tính vật lý của bột, tỷ trọng (g/cm^3) và diện tích bề mặt cụ thể (cm^2/g) được thể hiện; đối với đặc tính vật lý của dung dịch kiềm, tỷ trọng (g/cm^3) và nồng độ phần trăm khối lượng (%) được thể hiện; đối với đặc tính vật lý của cốt liệu mịn, tỷ trọng (g/cm^3) và tỷ lệ hấp thụ nước (%) được thể hiện; và đối với đặc tính vật lý của chất phụ gia, tỷ trọng (g/cm^3) và nồng độ phần trăm khối lượng (%) được thể hiện.

Bảng 1

Thành phần nguyên liệu chế phẩm geopolyme	Tên nguyên liệu chế phẩm geopolyme	Ký hiệu	Nguyên liệu chế phẩm geopolyme			
			Tỷ trọng (g/cm ³)	Diện tích bề mặt cụ thể (cm ² /g)	Nồng độ phần trăm khối lượng (%)	Tỷ lệ hấp thụ nước (%)
Bột	Xi lò cao được tạo hạt được nghiền	GGBF	2,92	4010	-	-
	Tro bay	FA	2,36	4730	-	-
	Khói silica	SF	2,10	-	-	-
Dung dịch kiềm	Natri hydroxit	NaOH	1,50	-	48,0	-
Cốt liệu mịn	Cốt liệu mịn xỉ lò cao	BFS	2,75	-	-	0,73
	Đất huyền xám	Cát nghiền	2,64	-	-	1,22
Cốt liệu thô	Đất huyền xám	Đá nghiền	2,64	-	-	0,85
Chất phụ gia	Axit gluconic	GL	1,80	-	50,0	-

Bảng 2 thể hiện công thức của chế phẩm geopolymer ở trường hợp trong đó cốt liệu thô không được sử dụng. Chế phẩm geopolymer theo ví dụ 1 chứa bột, dung dịch kiềm, cốt liệu mịn, chất phụ gia, và nước. Nguyên liệu được trộn của xỉ lò cao dạng hạt nghiền (GGBF), tro bay (FA), và khối silica (SF) được sử dụng làm bột. Trong ví dụ 1, để chứa lượng lớn xỉ lò cao dạng hạt nghiền (GGBF) được bao gồm trong bột, tỷ lệ thể tích giữa xỉ lò cao dạng hạt nghiền (GGBF) và tro bay (FA) được thiết lập đến 40:60. Tro bay loại II có chất lượng tiêu chuẩn làm tro bay được sử dụng làm tro bay (FA). Axit gluconic được chấp nhận làm chất phụ gia.

Việc nhào trộn các nguyên liệu chế phẩm geopolymer được thực hiện theo tiêu chuẩn JIS R5201. Cụ thể, máy trộn để nhào vữa đã được sử dụng, trong đó mỗi trong số lượng nước, natri hydroxit và axit gluconic được xác định trước được thêm vào, sau đó là bột bao gồm xỉ lò cao dạng hạt nghiền (GGBF) và tro bay (FA) và khối silica (SF) được thêm vào, và cuối cùng cốt liệu mịn xỉ lò cao (BFS) làm cốt liệu mịn được phối cấp. Sau khi các nguyên liệu của chế phẩm geopolymer được nhào trộn trong các điều kiện xác định trước, sẽ thu được chế phẩm geopolymer. Trong ví dụ 1, tỷ lệ (Si/Na) giữa lượng chất silicon (Si) chứa trong chế phẩm geopolymer không bao gồm cốt liệu mịn xỉ lò cao là cốt liệu mịn và lượng chất của Natri (Na) chứa trong dung dịch nước natri hydroxit được thiết lập đến 3,3, và lượng chất của Natri trên một đơn vị thể tích được thiết lập đến 2,9 kmol/m³. Hơn nữa, phép đo giá trị dòng vữa của chế phẩm geopolymer thu được (15 vật đúc) đã được thực hiện để đánh giá tính lưu động của chế phẩm geopolymer. Bảng 2 thể hiện các thành phần của chế phẩm geopolymer, lượng trộn của chúng, tỷ lệ (Si/Na) giữa lượng chất silicon (Si) và lượng chất của Natri (Na) trong chế phẩm geopolymer không bao gồm cốt liệu, và lượng chất của Natri trên một đơn vị thể tích. Trong chế phẩm geopolymer theo ví dụ 1, cốt liệu mịn xỉ lò cao (BFS) làm cốt liệu được sử dụng làm nguyên liệu thô ở tỷ lệ trộn là 100%.

Bảng 3 thể hiện kết quả đo trị số dòng chảy vữa của chế phẩm geopolymer thu được trong ví dụ 1, khả năng chống đóng băng-tan băng của vật thể hóa cứng geopolymer thu được bằng cách đóng rắn chế phẩm geopolymer, và kết quả đo cường độ chịu nén. Việc đo trị số dòng chảy của chế phẩm geopolymer được thực hiện theo JIS R5201. Việc đo khả năng chống đóng băng-tan băng của vật thể hóa cứng geopolymer được thực hiện theo JIS A1148: 2010. Hơn nữa, mẫu vật của vật thể hóa

cứng geopolyme được tạo ra theo JIS A1132, và cường độ chịu nén của mẫu vật vật thể hóa cứng geopolyme được đo theo JIS A1108.

Ví dụ 2 đến 9

Như được thể hiện trong Bảng 2, chế phẩm geopolyme được sản xuất bằng cách nhào trộn nguyên liệu của chế phẩm geopolyme với axit gluconic, là chất phụ gia, được bổ sung vào đó. Trong các ví dụ 2 đến 5, chế phẩm geopolyme được sản xuất bởi cùng một phương pháp, với tỷ lệ (Si/Na) giữa lượng chất silicon (Si) và lượng chất của Natri (Na) được tạo ra từ dung dịch nước natri hydroxit được thiết lập ở khoảng 1,6 đến 5,8, và với lượng chất trên một đơn vị thể tích của Natri chứa trong chế phẩm geopolyme không bao gồm cốt liệu được thiết lập là 2,0 kmol/m³ hoặc lớn hơn. Đặc biệt, trong ví dụ 2, Si/Na được thiết lập đến 2,2 và lượng chất của Natri trên một đơn vị thể tích được thiết lập đến 4,2 kmol/m³. Trong ví dụ 3, Si/Na được thiết lập đến 4,9 và lượng chất của Natri trên một đơn vị thể tích được thiết lập đến 2,0 kmol/m³. Trong ví dụ 4, Si/Na được thiết lập đến 1,6 và lượng chất của Natri trên một đơn vị thể tích được thiết lập đến 5,6 kmol/m³. Trong ví dụ 5, Si/Na được thiết lập đến 4,8 và lượng chất của Natri trên một đơn vị thể tích được thiết lập đến 2,0 kmol/m³. Trong ví dụ 6, Si/Na được thiết lập đến 2,8 và lượng chất của Natri trên một đơn vị thể tích được thiết lập đến 2,8 kmol/m³. Trong ví dụ 7, Si/Na được thiết lập đến 1,6 và lượng chất của Natri trên một đơn vị thể tích được thiết lập đến 3,6 kmol/m³. Trong ví dụ 8, Si/Na được thiết lập đến 2,2 và lượng chất của Natri trên một đơn vị thể tích được thiết lập đến 3,2 kmol/m³. Trong ví dụ 9, Si/Na được thiết lập đến 2,0 và lượng chất của Natri trên một đơn vị thể tích được thiết lập đến 2,9 kmol/m³.

Các ví dụ so sánh từ 1 đến 4

Mặt khác, trong các ví dụ so sánh từ 1 đến 4, chế phẩm geopolyme được sản xuất theo cùng một cách như trong ví dụ 1, ngoại trừ tỷ lệ (Si/Na) giữa lượng chất silicon (Si) và lượng chất của Natri (Na) được tạo ra từ dung dịch nước natri hydroxit được thiết lập ở ngoài khoảng 1,6 đến 5,8. Đặc biệt, trong ví dụ so sánh 1, Si/Na được thiết lập đến 1,3 và lượng chất của Natri trên một đơn vị thể tích được thiết lập đến 6,6 kmol/m³. Trong ví dụ so sánh 2, Si/Na được thiết lập đến 6,6 và lượng chất của Natri trên một đơn vị thể tích được thiết lập đến 1,5 kmol/m³. Trong ví dụ

so sánh 3, Si/Na được thiết lập đến 1,5 và lượng chất của Natri trên một đơn vị thể tích được thiết lập đến $5,9 \text{ kmol/m}^3$. Trong ví dụ so sánh 4, Si/Na được thiết lập đến 5,9 và lượng chất của Natri trên một đơn vị thể tích được thiết lập đến $1,7 \text{ kmol/m}^3$.

Bảng 2

Ví dụ số	Lượng đơn vị thành phần chế phẩm geopolyme (kg/m ³)							Thành phần chế phẩm geopolyme	
	GGBF	FA	SF	W	NaOH	BFS	GL	Tỷ lệ vữa Si/Na (-)	Lượng đơn vị Na ⁺ (kmol/m ³)
Ví dụ 1	286	345	19	140	126	1284	20	3,3	2,9
Ví dụ 2	283	343	19	106	187	1272	20	2,2	4,2
Ví dụ 3	287	348	19	163	86	1290	20	4,9	2,0
Ví dụ 4	277	336	19	77	252	1246	20	1,6	5,6
Ví dụ 5	287	348	19	160	88	1292	20	4,8	2,0
Ví dụ 6	200	242	14	160	106	1489	4,5	2,8	2,8
Ví dụ 7	144	174	10	142	130	1529	4,8	1,6	3,6
Ví dụ 8	192	232	0	130	119	1496	4,7	2,2	3,2
Ví dụ 9	494	0	0	159	115	1404	4,8	2,0	2,9
Ví dụ so sánh 1	275	333	18	50	302	1236	19	1,3	6,6
Ví dụ so sánh 2	288	350	19	174	64	1296	20	6,6	1,5
Ví dụ so sánh 3	277	336	18	71	266	1246	19	1,5	5,9
Ví dụ so sánh 4	290	351	20	166	72	1301	20	5,9	1,7

Việc đo trị số dòng vữa của chế phẩm geopolyme thu được trong các ví dụ 2 đến 9 và Các ví dụ so sánh từ 1 đến 4 được thực hiện theo cùng một cách như trong ví dụ 1. Hơn nữa, việc đo khả năng chống đóng băng-tan băng và cường độ chịu nén của các vật thể hóa cứng geopolyme thu được bằng cách đóng rắn các chế phẩm geopolyme được thực hiện theo cùng một cách như trong ví dụ 1. Bảng 3 hiển thị kết quả đo các trị số dòng vữa của các chế phẩm geopolyme thu được trong các ví dụ và các ví dụ so sánh, và kết quả đo của khả năng chống đóng băng-tan băng và cường độ chịu nén của các vật thể hóa cứng geopolyme.

Bảng 3

Ví dụ số	Chế phẩm geopolyme	Vật thể hóa cứng geopolyme	
	Dòng vữa (15 vật đúc) (-)	Khả năng chống đóng băng-tan băng (%)	Cường độ chịu nén ngày thứ 28 (MPa)
Ví dụ 1	204	95	61,6
Ví dụ 2	230	90	60,0
Ví dụ 3	163	85	30,0
Ví dụ 4	235	80	58,0
Ví dụ 5	225	85	28,0
Ví dụ 6	167	99	64,2
Ví dụ 7	150	85	45,3
Ví dụ 8	154	92	47,2
Ví dụ 9	162	98	51,5
Ví dụ so sánh 1	250	30	60,1
Ví dụ so sánh 2	145	35	13,7
Ví dụ so sánh 3	252	52	61,0
Ví dụ so sánh 4	155	53	24,0

Như đã thấy rõ trong Bảng 2 và Bảng 3, hóa ra là khi axit gluconic được sử dụng làm thành phần trộn vào chế phẩm geopolyme, chế phẩm geopolyme thu được có trị số dòng vữa thuận lợi và có khả năng gia công ưu việt. Hơn nữa, hóa ra vật

thể hóa cứng geopolyme thu được từ chế phẩm geopolyme này có khả năng chống đóng băng-tan băng ưu việt và có cường độ chịu nén phù hợp.

Nói chung, khả năng chống đóng băng-tan băng đóng vai trò như một chỉ số về độ bền của bê tông là 60% hoặc cao hơn tiêu chuẩn và mong muốn khả năng chống đóng băng-tan băng là 80% hoặc cao hơn, đặc biệt đối với công việc tại công trường. Hơn nữa, cường độ chịu nén đóng vai trò là chỉ số về độ bền của bê tông đáng mong muốn là 28 MPa hoặc cao hơn.

Trong chế phẩm geopolyme thu được trong ví dụ 1, tỷ lệ (Si/Na) giữa lượng chất silicon (Si) chứa trong chế phẩm geopolyme không bao gồm cốt liệu mịn xi lò cao là cốt liệu và lượng chất của Natri (Na) chứa trong dung dịch nước natri hydroxit là 3,3, và lượng chất của Natri trên một đơn vị thể tích là $2,9 \text{ kmol/m}^3$. Khả năng chống đóng băng-tan băng của vật thể hóa cứng geopolyme được sản xuất bằng cách đóng rắn chế phẩm geopolyme thu được trong ví dụ 1 là 95%. Ngược lại, trong chế phẩm geopolyme thu được trong ví dụ so sánh 1, tỷ lệ (Si/Na) so với (Na) là 1,3 và lượng chất natri trên một đơn vị thể tích là $6,6 \text{ kmol/m}^3$. Khả năng chống đóng băng-tan băng của vật thể hóa cứng geopolyme được sản xuất bằng cách đóng rắn chế phẩm geopolyme thu được trong ví dụ so sánh 1 là 30%.

Rõ ràng từ việc so sánh giữa ví dụ 1 và ví dụ so sánh 1, hóa ra là khi tỷ lệ (Si/Na) giữa lượng chất silicon (Si) chứa trong chế phẩm geopolyme là chế phẩm geopolyme không bao gồm cốt liệu và lượng chất của kim loại kiềm (Natri) chứa trong dung dịch kim loại kiềm (dung dịch nước natri hydroxit) đáp ứng mối quan hệ $1,6 \leq \text{Si/M} \leq 5,8$, và lượng chất trên một đơn vị thể tích của kim loại kiềm (Na) chứa trong chế phẩm geopolyme không bao gồm cốt liệu là $2,0 \text{ kmol/m}^3$ hoặc lớn hơn, vật thể hóa cứng geopolyme ưu việt về khả năng chống đóng băng-tan băng có thể được sản xuất. Nghĩa là, đã phát hiện ra rằng cả khả năng chống đóng băng-tan băng và cường độ chịu nén của vật thể hóa cứng geopolyme có thể được bảo đảm bằng cách sử dụng dung dịch nước kim loại kiềm sao cho tỷ lệ giữa số mol Si trong chế phẩm geopolyme không bao gồm cốt liệu và số mol của kim loại kiềm đáp ứng $1,6 \leq \text{Si/M} \leq 5,8$ và lượng chất trên một đơn vị thể tích của kim loại kiềm (Na) chứa trong chế phẩm geopolyme không bao gồm cốt liệu là $2,0 \text{ kmol/m}^3$ hoặc lớn hơn.

Các ví dụ 10 đến 16 và các ví dụ so sánh 5 đến 8

Chế phẩm geopolymer theo các ví dụ 10 đến 16 và các ví dụ so sánh 5 đến 8 chứa bột, dung dịch kiềm, cốt liệu mịn, chất phụ gia, và nước, và còn chứa cốt liệu thô. Bảng 4 thể hiện tỉ lệ các thành phần của các chế phẩm geopolymer sử dụng cốt liệu thô. Đá đất huyền xám được nghiền (G) được sử dụng làm cốt liệu thô. Chế phẩm geopolymer theo các ví dụ 10 đến 13 được thể hiện trong bảng 4 tương ứng với chế phẩm geopolymer theo các ví dụ 1 đến 4, và chế phẩm geopolymer theo các ví dụ so sánh 5 đến 8 tương ứng với chế phẩm geopolymer theo các ví dụ so sánh 1 đến 4. Lượng đơn vị thành phần của từng thành phần cấu thành nên chế phẩm geopolymer trong các ví dụ 10 đến 13 và các ví dụ so sánh từ 5 đến 8, ngoại trừ tỷ lệ của cốt liệu thô, giống như lượng đơn vị thành phần của từng thành phần cấu thành chế phẩm geopolymer của ví dụ 1 đến 4 và ví dụ so sánh 1 đến 4. Hơn nữa, tỷ lệ Si/Na trong chế phẩm geopolymer không bao gồm cốt liệu trong chế phẩm geopolymer, và lượng chất trên một đơn vị thể tích của kim loại kiềm (Na) chứa trong chế phẩm geopolymer trong các ví dụ 10 đến 13 và các ví dụ so sánh 5 đến 8 là giống nhau. Bảng 4 cho thấy, cùng với tỷ lệ, là kết quả của việc đánh giá tính lưu động của chế phẩm geopolymer thu được nhờ các ví dụ này và các ví dụ so sánh thông qua việc đo dòng chảy sụt và đo độ sụt. Việc đo trị số dòng sụt của chế phẩm geopolymer được thực hiện theo JIS A1150: 2020.

Bảng 4

Ví dụ số	Lượng đơn vị thành phần chế phẩm geopolyme (kg/m ³)								Thành phần chế phẩm geopolyme (không bao gồm cốt liệu thô)		Dòng chảy sụt chế phẩm geopolyme (mm×mm)	Độ sụt chế phẩm geopolyme (cm)
	GGBF	FA	SF	W	NaOH	BFS	G	GL	Tỷ lệ vữa Si/Na (-)	Lượng đơn vị Na+ (kmol/m ³)		
Ví dụ 10	183	221	12	86	78	789	924	12	3,4	2,6	520×510	-
Ví dụ 11	181	220	12	65	115	782	924	12	2,3	3,8	486×480	-
Ví dụ 12	185	224	12	90	63	796	924	12	4,3	2,1	560×555	-
Ví dụ 13	177	215	12	48	155	766	924	12	1,7	5,0	460×462	-
Ví dụ 14	187	101	0	116	77	919	950	3,0	2,1	3,1	-	18,0
Ví dụ 15	310	0	0	135	77	864	950	3,0	1,9	2,9	-	21,5
Ví dụ 16	132	160	0	102	67	893	990	2,6	2,7	2,7	-	17,0
Ví dụ so sánh 5	176	213	11	31	186	800	924	11	1,5	6,0	400×385	-
Ví dụ so sánh 6	185	224	12	107	39	919	924	12	6,1	1,3	610×605	-
Ví dụ so sánh 7	178	215	11	33	170	864	924	11	1,5	5,5	410×420	-
Ví dụ so sánh 8	186	225	12	102	44	893	924	12	5,9	1,5	600×590	-

Trong các công thức theo các ví dụ 10 đến 16 mà sử dụng dung dịch nước kim loại kiềm thay tỷ lệ giữa number of moles of Si in chế phẩm geopolymer không bao gồm cốt liệu và số mol của kim loại kiềm đáp ứng $1,6 \leq \text{Si/M} \leq 5,8$ và lượng chất trên một đơn vị thể tích của kim loại kiềm (Na) chứa trong chế phẩm geopolymer không bao gồm cốt liệu là $2,0 \text{ kmol/m}^3$ hoặc lớn hơn, dòng chảy sụt là 450 đến 550 mm, được khuyến nghị và không có vấn đề gì với tính lưu động của chế phẩm geopolymer. Mặt khác, trong theo các ví dụ so sánh 5 đến 8, kết quả cho thấy dòng chảy sụt của chế phẩm geopolymer hoặc quá thấp hoặc quá cao, và do đó có vấn đề về tính lưu động.

Các ví dụ 17 và 18

Để tìm ra tỷ lệ pha trộn thích hợp giữa cốt liệu mịn xỉ lò cao (BFS) và cát đá huyền xám được nghiền (S) được bao gồm trong cốt liệu mịn cấu thành chế phẩm geopolymer theo phương pháp sản xuất vật thể hóa cứng geopolymer theo sáng chế, chế phẩm geopolymer được sản xuất bằng cách thực hiện nhào trộn theo tỷ lệ trộn giữa cốt liệu mịn xỉ lò cao (BFS) và cát đá huyền xám được nghiền (S) thay đổi từ công thức theo ví dụ 1 của Bảng 2 là cơ bản. Đặc biệt, trong ví dụ 17, tỷ lệ thể tích (BFS ratio (%)) của cốt liệu mịn xỉ lò cao (BFS) được bao gồm trong cốt liệu chỉ gồm cốt liệu mịn xỉ lò cao (BFS) và cát đá huyền xám được nghiền (S) được thiết lập đến 75%. Hơn nữa, trong ví dụ 18, tỷ lệ BFS (%) được thiết lập đến 55%. Sau khi chế phẩm geopolymer được đóng rắn, các vật thể hóa cứng geopolymer được sản xuất. Việc đo khả năng chống đóng băng-tan băng của các vật thể hóa cứng geopolymer thu được được thực hiện theo cùng một cách như trong ví dụ 1.

Ví dụ so sánh 9 và 10

Trong các ví dụ so sánh 9 và 10, các chế phẩm geopolymer được sản xuất theo cùng một cách như trong ví dụ 1, bằng cách thực hiện nhào với các tỷ lệ trộn khác nhau giữa cốt liệu mịn xỉ lò cao (BFS) và cát đá huyền xám được nghiền (S) được bao gồm trong cốt liệu mịn. Đặc biệt, trong ví dụ so sánh 9, tỷ lệ thể tích (BFS ratio (%)) của cốt liệu mịn xỉ lò cao (BFS) được bao gồm trong cốt liệu mịn chỉ gồm cốt liệu mịn xỉ lò cao (BFS) và cát đá huyền xám được nghiền (S) được thiết lập đến 45%. Trong ví dụ so sánh 10, tỷ lệ BFS (%) được thiết lập đến 20%. Các chế phẩm geopolymer được sản xuất được hóa cứng để sản xuất các vật thể hóa cứng

geopolyme. Việc đo khả năng chống đóng băng-tan băng của các vật thể hóa cứng geopolyme thu được được thực hiện theo cùng một cách như trong ví dụ 1. Bảng 5 thể hiện thành phần của các chế phẩm geopolyme được sản xuất trong các ví dụ 1, 17, 18 và các ví dụ so sánh 9 và 10, lượng trộn của chúng, các tỷ lệ của cốt liệu mịn xỉ lò cao (BFS), và kết quả đo của khả năng chống đóng băng-tan băng của các vật thể hóa cứng geopolyme.

Bảng 5

Ví dụ số	Lượng đơn vị thành phần chế phẩm geopolyme (kg/m ³)								Thành phần chế phẩm geopolyme	Vật thể hóa cứng geopolyme
	GGBF	FA	SF	W	NaOH	S	BFS	GL	Tỷ lệ BFS trong cốt liệu mịn theo khối lượng (%)	Khả năng chống đóng băng-tan băng (%)
Ví dụ 1	286	345	19	140	126	0	1284	20	100	95
Ví dụ 17	286	345	19	140	126	308	963	20	75	90
Ví dụ 18	286	345	19	140	126	555	706	20	55	70
Ví dụ so sánh 9	286	345	19	140	126	678	578	20	45	50
Ví dụ so sánh 10	286	345	19	140	126	986	257	20	20	0

Bảng 5 cho thấy kết quả đánh giá về khả năng chống đóng băng-tan băng của các vật thể hóa cứng geopolyme. Khi tỷ lệ trọng của cốt liệu mịn xi lò cao trong cốt liệu mịn được chứa trong chế phẩm geopolyme là thấp hơn 50% theo thể tích, khả năng chống đóng băng-tan băng của vật thể hóa cứng geopolyme được giảm đáng kể. Vì vậy, mong muốn là tỷ lệ trộn của cốt liệu mịn của xi lò cao là 50% hoặc cao hơn theo thể tích. Nghĩa là, theo Bảng 5, đã phát hiện ra rằng khi tỷ lệ trộn của cốt liệu mịn xi lò cao trong cốt liệu mịn chứa trong chế phẩm geopolyme là 50% hoặc cao hơn theo thể tích, khả năng chống đóng băng-tan băng của vật thể hóa cứng geopolyme được sản xuất từ chế phẩm geopolyme có thể được tăng cường đáng kể. Do đó, trong các ví dụ được nêu trên đây, các ví dụ đã được thể hiện trong đó các chế phẩm geopolyme chứa bột gồm xi lò cao dạng hạt nghiền và tro bay ở tỷ lệ là 40:60 đến 100:0 là tỷ lệ thể tích và cốt liệu mịn gồm cốt liệu mịn xi lò cao ở tỷ lệ là 50% hoặc cao hơn theo thể tích được sản xuất và sau đó được hóa cứng để sản xuất các vật thể hóa cứng geopolyme. Vì các kết quả tương tự thu được khi cốt liệu thô được sử dụng, ngoài ra ở trường hợp trong đó cốt liệu thô được sử dụng, mong muốn rằng cốt liệu mịn xi lò cao được bao gồm trong cốt liệu mịn ở tỷ lệ là 50% hoặc cao hơn theo thể tích.

Theo khía cạnh khác vật thể hóa cứng geopolyme được sản xuất bởi phương pháp sản xuất vật thể hóa cứng geopolyme theo sáng chế sử dụng chế phẩm geopolyme chứa cốt liệu mịn gồm cốt liệu mịn xi lò cao ở tỷ lệ là 50% hoặc cao hơn theo thể tích và xi lò cao dạng hạt nghiền là sản phẩm phụ của sắt được đúc tạo thành. Do đó, phương pháp sản xuất vật thể hóa cứng geopolyme theo sáng chế không yêu cầu sử dụng cốt liệu mịn có nguồn gốc tự nhiên như được sử dụng trong các loại geopolyme thông thường và do đó cũng hữu ích như một phương pháp để thu được vật thể hóa cứng geopolyme thân thiện với môi trường hơn mà không gây ra sự tàn phá thiên nhiên.

Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Phương pháp sản xuất vật thể hóa cứng geopolyme theo sáng chế có thể tăng tính lưu động của chế phẩm geopolyme mà là tiền chất của vật thể hóa cứng geopolyme và nhờ đó cải thiện đặc tính tươi của nó, cũng như có thể sản xuất vật thể hóa cứng geopolyme với khả năng chống đóng băng-tan băng đáng kể. Do đó,

phương pháp sản xuất vật thể hóa cứng geopolymer theo sáng chế có thể đóng góp vào sự phát triển của các ngành công nghiệp bao gồm các doanh nghiệp xây dựng và xây dựng dân dụng, công nghiệp vật liệu và kinh doanh môi trường và do đó rất hữu ích trong công nghiệp.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp sản xuất vật thể hóa cứng geopolymer bao gồm:

sản xuất chế phẩm geopolymer bằng cách nhào trộn cốt liệu gồm cốt liệu mịn xi lò cao, bột gồm có xi lò cao dạng hạt nghiền, tro bay và khói silic, dung dịch kim loại kiềm, axit gluconic, và nước,

khác biệt ở chỗ:

lượng đơn vị của cốt liệu mịn xi lò cao trong chế phẩm geopolymer là 700 đến 1530 kg/m³;

tỷ lệ (Si/M) giữa lượng chất silicon (Si) chứa trong chế phẩm geopolymer là chế phẩm geopolymer không bao gồm cốt liệu và lượng chất kim loại kiềm (M) chứa trong dung dịch kim loại kiềm đáp ứng quan hệ $1,6 \leq \text{Si/M} \leq 5,8$; và

lượng chất trên một đơn vị thể tích của kim loại kiềm chứa trong chế phẩm geopolymer không bao gồm cốt liệu là 2,0 kmol/m³ hoặc lớn hơn.

2. Phương pháp sản xuất vật thể hóa cứng geopolymer theo điểm 1, trong đó, là cốt liệu mịn trong cốt liệu, cốt liệu mịn xi lò cao được bao gồm trong cốt liệu mịn ở tỷ lệ là 50% hoặc cao hơn theo thể tích.

3. Phương pháp sản xuất chế phẩm geopolymer bao gồm sản xuất chế phẩm geopolymer bằng cách nhào trộn cốt liệu gồm cốt liệu mịn xi lò cao, bột gồm có xi lò cao dạng hạt nghiền, tro bay và khói silic, dung dịch kim loại kiềm, axit gluconic, và nước,

khác biệt ở chỗ:

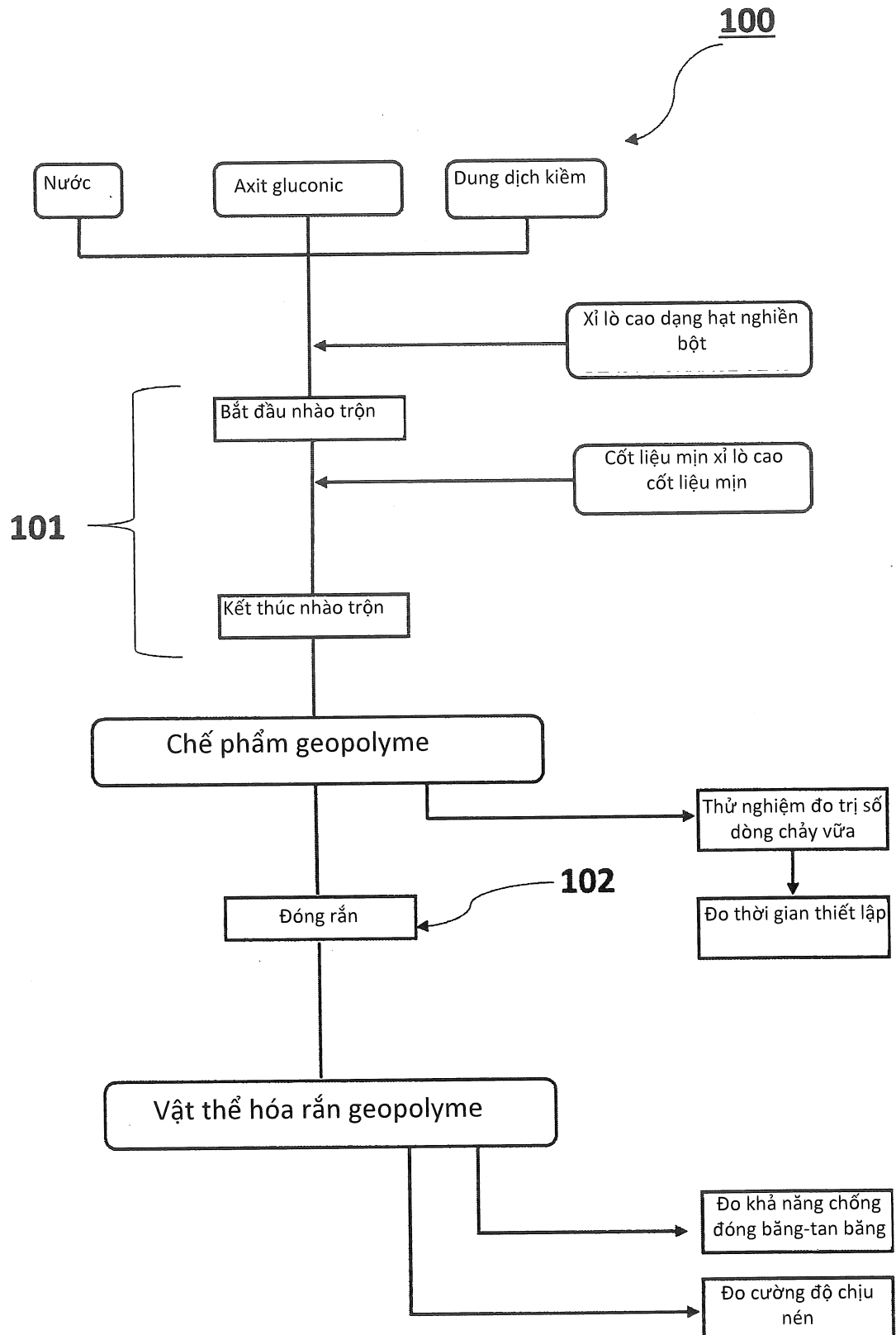
lượng đơn vị của cốt liệu mịn xi lò cao trong chế phẩm geopolymer là 700 đến 1530 kg/m³;

tỷ lệ (Si/M) giữa lượng chất silicon (Si) chứa trong chế phẩm geopolymer là chế phẩm geopolymer không bao gồm cốt liệu và lượng chất kim loại kiềm (M) chứa trong dung dịch kim loại kiềm đáp ứng quan hệ $1,6 \leq \text{Si/M} \leq 5,8$; và

lượng chất trên một đơn vị thể tích của kim loại kiềm chứa trong chế phẩm geopolymer không bao gồm cốt liệu là 2,0 kmol/m³ hoặc lớn hơn.

- 1/2 -

FIG. 1



- 2/2 -

FIG. 2

