



(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)



1-0033356

(51)⁷ C04B 7/147; E01C 3/00; B28B 17/00

(13) B

(21) 1-2013-02410

(22) 31/07/2013

(45) 26/09/2022 414

(43) 25/02/2015 323A

(73) JFE Steel Corporation (JP)

2-3, Uchisaiwai-cho 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100-0011, Japan

(72) Keiji WATANABE (JP); Kazuya YABUTA (JP); Tomoo ISAWA (JP).

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

(54) PHƯƠNG PHÁP SẢN XUẤT VẬT LIỆU LÓT NỀN CHỨA XỈ LUYỆN THÉP

(57) Sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất vật liệu lót nền chứa xỉ luyện thép gồm các bước: cho từng vật liệu gốc oxit vô cơ chứa ít nhất là xỉ luyện thép trải qua thử nghiệm rửa giải với kích thước hạt và sự phân bố kích thước hạt trong trạng thái được sử dụng vào nước để xác định nồng độ rửa giải (mg/L) ion Al và nồng độ rửa giải (mg/L) ion sulfat; thu trị số cực đại $[Al^{3+}]_{max}$ và $[SO_4^{2-}]_{max}$ của nồng độ rửa giải của vật liệu gốc oxit vô cơ; xác định tỷ lệ giãn nở nhúng nước X(%) của hỗn hợp mẫu thử nghiệm thu được bằng cách trộn vật liệu gốc oxit vô cơ nhờ thử nghiệm độ ổn định giãn nở nhúng nước nêu trong tiêu chuẩn công nghiệp Nhật Bản JIS A 5015 với điều kiện nhiệt độ nước là 80°C trong thời gian 10 ngày; và trộn vật liệu gốc oxit vô cơ để thu được vật liệu lót nền sao cho sự tương quan giữa $[Al^{3+}]_{max}$, $[SO_4^{2-}]_{max}$ và X đáp ứng công thức (1) sau đây.

$$[Al^{3+}]_{max} \times [SO_4^{2-}]_{max} \times 1,5/4000 + X \leq 1,5 \quad \dots (1)$$

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến phương pháp sản xuất vật liệu lót nền mà vật liệu này không dễ dàng khiến cho bề mặt được lát bị phồng lên hoặc nứt do sự giãn nở lớp lót khi các vật liệu oxit vô cơ có trong xỉ luyện thép được sử dụng cho vật liệu lót nền dùng cho bề mặt bê tông asphan và dạng tương tự.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong nền đường hoặc bãi đậu xe bằng bê tông asphan, đôi khi bề mặt lát bỗng nhiên bị phồng lên hoặc nứt do sự giãn nở của lớp lót. Xỉ được tạo ra trong quá trình luyện thép được sử dụng riêng hoặc được sử dụng bằng cách trộn với xỉ lò cao được làm nguội bằng không khí làm vật liệu lót nền. Vì vôi được sử dụng trong quá trình tinh luyện thép nóng chảy, nên xỉ luyện thép chứa vôi nằm lại trong xỉ nóng chảy hoặc CaO được kết tinh từ xỉ nóng chảy trong một số trường hợp. Lý do giãn nở của lớp lót bao gồm đặc tính mà CaO dễ bị hydrat hoá khi được sử dụng. Do đó, xỉ luyện thép giãn nở sau khi được sử dụng làm vật liệu lót nền và điều đó dẫn đến vấn đề là lớp lót bị vỡ trong một số trường hợp. Đối với vấn đề hydrat hoá CaO, theo tiêu chuẩn điều chỉnh của xỉ luyện thép (vật liệu lót nền) đối với xây dựng cầu đường, tiêu chuẩn Nhật Bản JIS A 5015 nêu lên rằng, tỷ lệ giãn nở nhúng nước trong thử nghiệm độ ổn định giãn nở nhúng nước phải là 1,5% hoặc nhỏ hơn.

Hơn nữa, vì việc xảy ra vấn đề mà bề mặt lát bất ngờ bị phồng lên hoặc nứt do sự giãn nở của lớp lót, người ta cho rằng, khi xỉ luyện thép được sử dụng trong vật liệu lót nền, chẳng hạn, khoáng chất etringit ($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaSO}_4 \cdot 32\text{H}_2\text{O}$) có thể được tạo ra trong vật liệu lót nền chứa xỉ luyện thép hoá rắn, nhờ đó sự giãn nở thể tích có thể xảy ra. Hiện tượng này thường xảy ra khi một số loại xỉ được sử dụng làm vật liệu lót nền. Trong lĩnh vực kỹ thuật này, công nghệ được biết có khả năng đảm bảo một cách chính xác là loại xỉ luyện thép nào (đặc biệt là xỉ hỗn hợp) sẽ gây ra việc phồng hoặc gây nứt bề mặt lát do sự tạo ra khoáng chất etringit khi được sử dụng.

Không cần phải nói rằng, bằng cách phân tích thành phần của xỉ luyện thép, sự tồn tại của các thành phần etringit hoặc hàm lượng của nó có thể được nhận biết. Tuy nhiên, người ta cho rằng, trong việc sinh ra etringit trong vật liệu lót nền được sử dụng, các yếu tố khác nhau như là sự kết hợp các loại xỉ khác nhau và nhiệt độ hoặc hàm lượng độ ẩm mà ở đó xỉ được sử dụng cũng có liên quan. Do đó, cực kỳ khó để khẳng định lượng etringit sinh ra trên cơ sở các thành phần của xỉ luyện thép hoặc các hàm lượng của nó.

Theo thử nghiệm độ ổn định giãn nở nhúng nước được nêu trên, thử nghiệm tăng tốc được tiến hành ở nhiệt độ là 80°C được thực hiện. Etringit có xu hướng sinh ra một cách dễ dàng hơn ở nhiệt độ thấp hơn và etringit sinh ra bị phân huỷ và biến mất trên mức nhiệt độ là khoảng 60°C. Theo phương pháp xác định thông thường tỷ lệ giãn nở nhúng nước, sự giãn nở có được từ sự hydrat hoá CaO có thể được đánh giá, mà sự giãn nở do sự sinh ra etringit là không thể ước tính được.

Nhằm giải quyết vấn đề nêu trên, công bố đơn patent Nhật Bản số JP 2009-281842 A mô tả thử nghiệm độ ổn định sự giãn nở nhúng nước được tiến hành bằng cách giữ đối tượng thử nghiệm ở trong nước với nhiệt độ là 40°C hoặc thấp hơn.

Cho đến nay, đối với các vật liệu lót nền chứa xỉ, các sự đo đạc phải được thực hiện, chẳng hạn, bằng cách (i) chỉ sử dụng xỉ không có khả năng sinh ra etringit mà có thể gây ra vấn đề đối với vật liệu lót nền và (ii) để xỉ được trộn làm vật liệu lót nền trong một thời gian dài (chẳng hạn là 1 năm) và sau đó sử dụng xỉ trong vật liệu lót nền và có sự giới hạn đáng kể đối với việc sử dụng sắt và xỉ luyện thép làm vật liệu lót nền.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp tạo khả năng đánh giá sự giãn nở thu được từ sự hydrat hoá CaO hoặc MgO và sự giãn nở thu được từ sự sinh ra etringit đồng thời, điều mà không dễ dàng đánh giá được đồng thời trong các giải pháp kỹ thuật có liên quan. Trên cơ sở các đánh giá này, sáng chế đề xuất phương pháp sản xuất vật liệu lót nền mà không dễ dàng làm cho bề mặt lát bị

phồng lên hoặc nứt do sự giãn nở lớp lót, khi các vật liệu gốc oxit vô cơ bao gồm xỉ luyện thép được sử dụng làm vật liệu lót nền cho bề mặt bê tông asphan và tương tự.

Các phương pháp và các sản phẩm theo sáng chế là như sau:

(1) Phương pháp sản xuất vật liệu lót nền chứa xỉ luyện thép bao gồm các bước:

cho từng vật liệu gốc oxit vô cơ mà chứa ít nhất là xỉ luyện thép trải qua thử nghiệm rửa giải với kích thước hạt và sự phân bố theo kích thước hạt này trong trạng thái được sử dụng của nó vào nước để xác định nồng độ rửa giải (mg/L) của các ion của Al và nồng độ rửa giải (mg/L) của các ion sulfat;

thu các trị số cực đại $[Al^{3+}]_{max}$ và $[SO_4^{2-}]_{max}$ của các nồng độ rửa giải của vật liệu gốc oxit vô cơ tương ứng;

xác định tỷ lệ giãn nở nhúng nước X (%) của hỗn hợp mẫu thử nghiệm thu được bằng cách trộn các vật liệu gốc oxit vô cơ, theo thử nghiệm độ ổn định giãn nở nhúng nước được mô tả theo tiêu chuẩn công nghiệp Nhật Bản (JIS) (JIS – Japanese Industrial Standard – Tiêu chuẩn công nghiệp Nhật Bản) JIS A 5015 trong điều kiện nhiệt độ nước là 80°C trong thời gian 10 ngày; và

trộn các vật liệu gốc oxit vô cơ để thu được vật liệu lót nền sao cho sự tương quan giữa $[Al^{3+}]_{max}$, $[SO_4^{2-}]_{max}$ và X đáp ứng công thức (1) sau đây.

$$[Al^{3+}]_{max} \times [SO_4^{2-}]_{max} \times 1,5/4000 + X \leq 1,5 \quad \dots \quad (1)$$

Hỗn hợp mẫu thử nghiệm cho thử nghiệm độ ổn định giãn nở nhúng nước được trộn trước hoặc có thể được lấy mẫu thử nghiệm trong vật liệu lót nền thu được ở trên.

(2) Phương pháp sản xuất vật liệu lót nền chứa xỉ luyện thép theo mục (1),

trong đó các vật liệu gốc oxit vô cơ chứa ít nhất là một loại xỉ luyện thép, một hoặc nhiều loại xỉ luyện thép, hoặc chứa xỉ luyện thép và ít nhất một vật liệu được lựa chọn từ nhóm gồm có xỉ lò cao được làm nguội bằng không khí, xỉ lò cao dạng hạt, tro bay, tro đáy và bê tông thải loại.

(3) Phương pháp sản xuất vật liệu lót nền chứa xỉ luyện thép theo mục (1) hoặc (2),

trong đó các vật liệu gốc oxit vô cơ chứa ít nhất là xỉ luyện thép bao gồm hỗn hợp của ba hoặc nhiều hơn ba loại vật liệu gốc oxit vô cơ.

(4) Phương pháp lựa chọn các vật liệu gốc oxit vô cơ cho vật liệu lót nền chứa xỉ luyện thép, bao gồm các bước:

cho từng vật liệu gốc oxit vô cơ chứa ít nhất là xỉ luyện thép trải qua thử nghiệm rửa giải với kích thước hạt và sự phân bố theo kích thước hạt này trong trạng thái được sử dụng của nó vào nước để xác định nồng độ rửa giải (mg/L) của các ion Al và nồng độ rửa giải (mg/L) của các ion sulfat;

thu các trị số cực đại $[Al^{3+}]_{max}$ và $[SO_4^{2-}]_{max}$ của các nồng độ rửa giải của vật liệu gốc oxit vô cơ và trị số X (%) của mức độ giãn nở nhúng nước của toàn bộ hỗn hợp các vật liệu gốc oxit vô cơ được xác định theo thử nghiệm độ ổn định giãn nở nhúng nước như được nêu trong tiêu chuẩn công nghiệp Nhật Bản JIS A 5015 trong điều kiện nhiệt độ nước là 80°C trong thời gian 10 ngày; và

lựa chọn các vật liệu gốc oxit vô cơ sao cho sự tương quan giữa $[Al^{3+}]_{max}$, $[SO_4^{2-}]_{max}$ và X đáp ứng công thức (1) sau đây.

$$[Al^{3+}]_{max} \times [SO_4^{2-}]_{max} \times 1,5/4000 + X \leq 1,5 \quad \dots \quad (1)$$

(5) Vật liệu lót nền chứa xỉ luyện thép dùng cho bề mặt thấm nước, bao gồm các vật liệu gốc oxit vô cơ đáp ứng được công thức (1) sau đây:

$$[Al^{3+}]_{max} \times [SO_4^{2-}]_{max} \times 1,5/4000 + X \leq 1,5 \quad \dots \quad (1),$$

trong đó

$[Al^{3+}]_{max}$ là trị số cực đại (mg/L) trong số các nồng độ rửa giải của các ion Al thu được bằng cách cho các vật liệu gốc oxit vô cơ tương ứng với kích thước hạt và sự phân bố kích thước hạt này trong trạng thái được sử dụng của chúng là các nguyên liệu của vật liệu lót nền, trải qua thử nghiệm rửa giải vào nước,

$[SO_4^{2-}]_{max}$ là trị số cực đại (mg/L) trong số các nồng độ rửa giải của các ion sulfat thu được bằng cách cho các vật liệu gốc oxit vô cơ tương ứng trong trạng thái

được sử dụng của chúng là các nguyên liệu của vật liệu lót nền, trải qua thử nghiệm rửa giải vào nước và

X là tỷ lệ giãn nở nhúng nước (%) của hỗn hợp các nguyên liệu của vật liệu lót nền được xác định theo thử nghiệm độ ổn định giãn nở nhúng nước được nêu trong JIS A 5015 trong điều kiện nhiệt độ nước là 80°C trong thời gian 10 ngày.

(6) Phương pháp xây dựng nền đường, trong đó lớp lót của nền đường được tạo kết cấu sử dụng vật liệu lót nền theo mục (5).

Theo phương pháp sản xuất theo sáng chế, có thể sản xuất vật liệu lót nền mà không làm cho bề mặt lát bị phồng lên hoặc nứt do giãn nở ngay cả khi nếu các vật liệu gốc oxit vô cơ bao gồm xỉ luyện thép không phải trải qua thử nghiệm thực tế lâu dài. Cụ thể là, có thể sản xuất vật liệu lót nền mà không làm cho bề mặt lát bị phồng lên hoặc nứt do sự giãn nở ngay cả khi một số loại vật liệu có các thành phần khác nhau được trộn và được sử dụng trong vật liệu lót nền trực tiếp hoặc trong phạm vi một khoảng thời gian ngắn.

Mô tả chi tiết sáng chế

Trong các nhà máy luyện thép, trong quá trình sản xuất các sản phẩm thép, tạp chất được gọi là xỉ gang và xỉ thép được sinh ra. Các ví dụ về xỉ gang và xỉ thép bao gồm xỉ lò cao được làm nguội bằng không khí thu được bằng cách làm nguội chậm xỉ sinh ra trong lò cao, xỉ lò cao dạng hạt thu được bởi xỉ được làm nguội nhanh bằng nước sinh ra trong lò cao và xỉ luyện thép thu được bằng cách làm nguội chậm xỉ sinh ra trong quá trình tinh luyện. Các ví dụ về xỉ luyện thép bao gồm xỉ gang nóng chảy xử lý sơ bộ (chẳng hạn, xỉ khử phospho hoặc xỉ khử silic), xỉ lò thổi (xỉ khử cacbon), xỉ nổi rót và xỉ lò điện (xỉ thổi oxy lò điện) và một hoặc một số loại xỉ này có thể được sử dụng.

Khi xỉ luyện thép coi như là một phần của các vật liệu gốc oxit vô cơ được sử dụng làm vật liệu lót nền, phần còn lại của các vật liệu có thể bao gồm một hoặc một số loại bê tông thải loại, vật liệu lót nền thải loại, gạch thải loại, xỉ gang và xỉ thép khác với xỉ luyện thép (chẳng hạn, xỉ lò cao được làm nguội bằng không khí), tro bay, tro đáy, xỉ (chẳng hạn, xỉ nóng chảy thải loại) khác với xỉ gang và xỉ thép và đá dăm.

Hai hoặc nhiều hơn hai loại vật liệu gốc oxit vô cơ tốt hơn là được trộn thành hỗn hợp và các ví dụ về hỗn hợp bao gồm hỗn hợp xỉ lò cao được làm nguội bằng không khí và xỉ luyện thép, hỗn hợp xỉ luyện thép và bê tông thải loại, hỗn hợp xỉ lò cao được làm nguội bằng không khí, xỉ luyện thép và bê tông thải loại, hỗn hợp xỉ lò cao được làm nguội bằng không khí, xỉ luyện thép và gạch thải loại và hỗn hợp xỉ lò cao được làm nguội bằng không khí, xỉ luyện thép, bê tông thải loại và gạch thải loại.

Vì vôi được sử dụng trong quá trình tinh luyện thép nóng chảy, xỉ luyện thép chứa vôi còn lại trong xỉ nóng chảy hoặc CaO, MgO hoặc chất tương tự được kết tinh từ xỉ nóng chảy trong một số trường hợp. Vì CaO hoặc MgO được hydrat hoá một cách dễ dàng khi được sử dụng, xỉ luyện thép giãn nở sau khi kết cấu sử dụng xỉ luyện thép được sử dụng làm vật liệu lót nền và điều này dẫn đến vấn đề là lớp lót bị vỡ trong một số trường hợp.

Trong khi đó, vấn đề xảy ra do sự giãn nở của lớp lót cũng tăng lên do sự sinh ra etringit trong một số trường hợp và điều này thường xảy ra khi một số loại xỉ được sử dụng cho lớp lót. Trong sự hiện diện độ ẩm, Al^{3+} bị rửa giải từ một loại xỉ và SO_4^{2-} được cấp từ một loại xỉ khác (chẳng hạn, xỉ lò cao được làm nguội bằng không khí). Kết quả là, Ca^{2+} thường được chứa trong xỉ phản ứng với các chất được rửa giải và etringit được sinh ra, vì vậy vấn đề nêu trên nảy sinh. Do đó, nhằm sử dụng vật liệu lót nền chứa xỉ luyện thép mà không có vấn đề bất kỳ của sự giãn nở xảy ra sau khi xây dựng, cần phải ngăn chặn cả sự giãn nở xảy ra bởi hydrat hoá của CaO hoặc MaO và sự giãn nở xảy ra do sự sinh ra etringit.

Theo sáng chế, nhận thấy rằng, sự giãn nở xảy ra do etringit có thể được ngăn chặn bằng cách điều chỉnh về lượng nồng độ (mg/L) của các ion Al và nồng độ (mg/L) của các ion sulfat được rửa giải vào nước từ các nguyên liệu tương ứng của vật liệu lót nền. Cũng nhận thấy rằng, nếu sự giãn nở ngâm nước gây ra bởi sự hydrat hoá CaO hoặc MgO của vật liệu lót nền mà được tạo ra bằng cách trộn các nguyên liệu tương ứng cũng được điều chỉnh, vật liệu lót nền mà không gây ra các vấn đề giãn nở lớp lót có thể được tạo ra. Sáng chế được hoàn thành theo phương thức như vậy.

Sáng chế được thực hiện trên cơ sở các phát hiện được nêu trên và điểm

chính của sáng chế là như sau.

Phương pháp sản xuất vật liệu lót nền chứa xi luyện thép theo sáng chế sử dụng các vật liệu gốc oxit vô cơ chứa xi luyện thép và bao gồm:

bước 1): bước cho từng nguyên liệu với kích thước hạt và sự phân bố kích thước hạt trong trạng thái được sử dụng của nó trải qua thử nghiệm rửa giải trong nước, để xác định nồng độ rửa giải (mg/L) của các ion Al và nồng độ rửa giải (mg/L) của các ion sulfat,

bước 2): bước xác định trị số cực đại $[Al^{3+}]_{max}$ của nồng độ rửa giải (mg/L) của các ion Al và trị số cực đại $[SO_4^{2-}]_{max}$ của nồng độ rửa giải (mg/L) của các ion sulfat,

bước 3): bước chuẩn bị hỗn hợp mẫu thử nghiệm của các vật liệu gốc oxit vô cơ dùng cho vật liệu lót nền và cho hỗn hợp trải qua thử nghiệm độ ổn định giãn nở nhúng nước như được nêu trong tiêu chuẩn công nghiệp Nhật Bản JIS A 5015 để xác định tỷ lệ giãn nở nhúng nước (X)%; trong bước này, hai hoặc nhiều hơn hai hỗn hợp mẫu thử nghiệm có các tỷ lệ trộn khác nhau có thể được chuẩn bị để thử nghiệm độ ổn định giãn nở nhúng nước để thu được đường cong tiêu chuẩn nếu cần thiết và

bước 4) bước trộn các vật liệu gốc oxit vô cơ sao cho $[Al^{3+}]_{max}$, $[SO_4^{2-}]_{max}$ và X (%) thu được trong các bước từ 1) đến 3) nêu trên thoả mãn công thức (1) sau đây.

$$[Al^{3+}]_{max} \times [SO_4^{2-}]_{max} \times 1,5/4000 + X \leq 1,5 \quad \dots \quad (1)$$

Sáng chế phát hiện chỉ số điều chỉnh để ngăn chặn cả sự giãn nở gây ra bởi sự phản ứng hydrat hoá và sự giãn nở xảy ra do sự sinh ra etringit trong vật liệu lót nền sử dụng một số dạng các vật liệu gốc oxit vô cơ chứa xi luyện thép. Do đó, sáng chế tạo khả năng sử dụng các nguyên liệu khác nhau làm vật liệu lót nền và sử dụng vật liệu lót nền làm từ các nguyên liệu khác nhau trong một khoảng thời gian dài mà không gây ra các vấn đề thu được từ sự giãn nở.

Sau đây, sáng chế sẽ được mô tả chi tiết hơn.

Nồng độ rửa giải (mg/L) của các ion Al là trị số $[Al^{3+}]$ (mg/L) thu được bằng

cách phân tích toàn bộ Al chứa trong dung môi rửa giải, với sự giả định rằng, toàn bộ Al là Al^{3+} . Theo nghĩa hẹp, các ion Al có thể có các dạng ion khác. Ngoài ra, khi vật liệu lót nền bao gồm một dạng xỉ được sử dụng, kết quả của thử nghiệm rửa giải xỉ có thể được áp dụng như là theo công thức (1) nêu trên. Tuy nhiên, khi vật liệu lót nền được kết cấu từ hỗn hợp một số các nguyên liệu được sử dụng, thử nghiệm rửa giải cần phải tiến hành độc lập đối với từng nguyên liệu và trị số cực đại $[Al^{3+}]_{max}$ của nồng độ rửa giải (mg/L) của các ion Al và trị số cực đại $[SO_4^{2-}]_{max}$ của nồng độ rửa giải (mg/L) của các ion sulfat cần phải được tính đến.

Theo sáng chế, cần phải hiểu rằng, trị số sản phẩm của trị số cực đại $[Al^{3+}]_{max}$ của nồng độ rửa giải (mg/L) của các ion Al và trị số cực đại $[SO_4^{2-}]_{max}$ của nồng độ rửa giải (mg/L) của các ion sulfat từ từng nguyên liệu của vật liệu lót nền có sự tương quan tỷ lệ xấp xỉ với mức độ giãn nở thu được từ sự sinh ra etringit được đánh giá theo thử nghiệm độ ổn định giãn nở nhúng nước trong thời gian dài được thực hiện bằng cách nhúng mẫu thử nghiệm vào nước ở nhiệt độ trong phòng. Etringit là kết tủa dạng kim và người ta cho rằng, vì etringit kết tủa và phát triển trong khi mở rộng các khe hở giữa các hạt của các vật liệu, độ giãn nở của các hạt vật liệu là lớn. Cần phải hiểu rằng, đối với lý do này, không giống như sự giãn nở cục bộ của vật liệu trên cơ sở CaO tự do, sự giãn nở và sự đổ vỡ của lớp lót xảy ra sao cho lớp lót giãn nở theo hướng nằm ngang và bị đứt tạo thành các hư hỏng ngược trở lại. Khi một số các nguyên liệu của vật liệu lót nền được sử dụng, mức độ giãn nở thu được từ sự sinh ra etringit có sự tương quan tỷ lệ với trị số sản phẩm của trị số cực đại $[Al^{3+}]_{max}$ của nồng độ rửa giải (mg/L) của các ion Al và trị số cực đại $[SO_4^{2-}]_{max}$ của nồng độ rửa giải (mg/L) của các ion sulfat được rửa giải từ từng các nguyên liệu của vật liệu lót nền, không phải với sản phẩm của nồng độ rửa giải của các ion Al và nồng độ rửa giải của các ion sulfat được rửa giải từ vật liệu lót nền ở dạng hỗn hợp các nguyên liệu vì trong sự rửa giải từ vật liệu lót nền ở dạng hỗn hợp, một số thành phần được rửa giải từ một số các nguyên liệu tương tác với nhau, do đó sự thay đổi nồng độ của chúng sao cho các nồng độ không còn tỷ lệ với lượng etringit sinh ra. Mặt khác, các trị số cực đại của các nồng độ rửa giải của các nguyên liệu tương ứng của vật liệu lót nền có lẽ được sử dụng để dự báo một cách chính xác mức độ giãn nở của vật liệu lót nền do etringit sinh ra trong số các

hạt nguyên liệu trong một khoảng thời gian dài. Hơn nữa, ion Al và ion sulfat là khác nhau trong các điều kiện tỷ lệ của chúng theo công thức hoá học của etringit ($3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{CaSO}_4 \cdot 32\text{H}_2\text{O}$) sao cho nồng độ rửa giải của các ion Al và nồng độ rửa giải của các ion sulfat sẽ tác động khác nhau đối với sự sinh ra etringit. Tuy nhiên, từ kết quả của thử nghiệm độ ổn định giãn nở nhúng nước lâu dài được tiến hành bằng cách nhúng mẫu thử nghiệm vào nước ở nhiệt độ trong phòng, người ta phát hiện ra rằng, mức độ giãn nở thu được từ sự sinh ra etringit có thể được dự báo đúng với độ chính xác cao từ một sự tương quan tỷ lệ đơn giản với sản phẩm của các trị số cực đại của hai nồng độ rửa giải. Cụ thể là, khi tính đến phát hiện được nêu trên và sự tương quan được phát hiện từ kết quả thử nghiệm mà khi trị số sản phẩm của số cực đại $[\text{Al}^{3+}]_{\text{max}}$ của nồng độ rửa giải (mg/L) của các ion Al và trị số cực đại $[\text{SO}_4^{2-}]_{\text{max}}$ của nồng độ rửa giải (mg/L) của các ion sulfat là 4000, tỷ lệ giãn nở nhúng nước do sự sinh ra etringit trong một khoảng thời gian dài là 1,5%, hệ số $1,5/4000$ ($\% / (\text{mg/L})^2$) đã được xác định.

Theo sáng chế, đối với sự dự báo mức độ giãn nở gây ra bởi etringit được nêu trên trong vật liệu lót nền chứa xỉ luyện thép, người ta nhận thấy rằng, mặc dù etringit còn chứa Ca như là thành phần cấu thành, Ca là thành phần chủ yếu của xỉ luyện thép chung và thường được rửa giải với mức độ đạt yêu cầu và do đó, mức độ giãn nở có thể được điều chỉnh theo công thức nêu trên mà không tính đến nồng độ của Ca.

Thử nghiệm độ ổn định giãn nở nhúng nước ở nhiệt độ 80°C được nêu trong JIS A 5015 là thử nghiệm để xác định mức độ giãn nở xảy ra do phản ứng hydrat hoá của CaO hoặc MgO chứa trong xỉ trong vật liệu lót nền chứa xỉ luyện thép. Tiêu chuẩn đối với vật liệu lót nền chứa xỉ và sắt được nêu trong JIS A 5015 cụ thể hoá tỷ lệ giãn nở nhúng nước trong thời gian 10 ngày cần phải bằng 1,5% hoặc nhỏ hơn. Thử nghiệm độ ổn định giãn nở nhúng nước ở nhiệt độ 80°C là phương pháp để đánh giá hiện tượng giãn nở bằng cách gia tăng hiện tượng thường xảy ra trong một vài năm trong phạm vi nhiệt độ mà ở đó vật liệu lót nền thường được sử dụng. Tuy nhiên, etringit có thể không được đánh giá theo thử nghiệm độ ổn định giãn nở nhúng nước nêu trên vì etringit phân huỷ ở nhiệt độ này (80°C). Theo sáng chế, biểu thức sự tương quan nêu trên thu được từ mức độ giãn nở của etringit được xác

định theo thử nghiệm được tiến hành trong một khoảng thời gian dài ở nhiệt độ trong phòng.

Trong khi đó, đối với vật liệu lót nền thu được bằng cách trộn xi luyện thép với xi lò cao được làm nguội bằng không khí theo tỷ lệ cho trước, trường hợp được quan sát trong đó vật liệu lót nền có mức độ giãn nở là 0,5% trong thử nghiệm độ ổn định giãn nở nhúng nước ở nhiệt độ 80°C được nêu trong JIS A 5015 đáp ứng phạm vi được yêu cầu đối với xi gang và xi thép làm đường theo các tiêu chuẩn công nghiệp Nhật Bản xảy ra sự hoặch hỏng lớp lót do sự giãn nở trong 5 năm sau khi lớp lót được xây dựng một cách cụ thể. Trong trường hợp này, trong thử nghiệm rửa giải trước khi vận chuyển, các ion Al ion được rửa giải với 10 mg/L từ xi luyện thép, các ion sulfat được rửa giải với 400 mg/L từ xi lò cao được làm nguội bằng không khí và trị số bên tay trái theo công thức (1) nêu trên là bằng 2,0 nhưng không thoả mãn công thức này.

“Thử nghiệm độ ổn định giãn nở nhúng nước” theo tiêu chuẩn JIS A 5015-1992 là “phương pháp thử nghiệm độ ổn định giãn nở nhúng nước đối với xi gang và xi thép” được nêu trong mục lục 2 của tiêu chuẩn công nghiệp Nhật Bản A 5015 trong năm 1992. “Thử nghiệm độ ổn định giãn nở nhúng nước” được nêu hiện tại trong phụ lục B của tiêu chuẩn công nghiệp Nhật Bản A 5015-2013 được sửa đổi. Phương pháp thử nghiệm sử dụng các thiết bị và các dụng cụ được nêu theo các tiêu chuẩn. Mẫu thử nghiệm được gom để thể hiện theo lô và được sấy một cách tự nhiên. Nước được bổ sung vào mẫu thử nghiệm sao cho sự khác nhau giữa lượng nước và lượng nước tối ưu nằm trong phạm vi 1%, và mẫu thử nghiệm được nén xuống từ vật liệu thử nghiệm và được cho vào nước trong thiết bị thử nghiệm. Đối với phương pháp uốn cong, mẫu thử nghiệm được giữ trong 6 giờ ở nhiệt độ 80°C $\pm$ 3°C và sau đó, cho phép làm nguội trong thiết bị. Phương pháp uốn cong được ứng dụng lặp đi lặp lại ngay một ngày trong thời gian 10 ngày. Tỷ lệ giãn nở nhúng nước được tính toán theo công thức $\gamma_c = (D_F - D_S)/H$.

Ở đây, γ_c thể hiện tỷ lệ giãn nở nhúng nước (%), D_F thể hiện số (mm) được đọc cuối cùng từ khí cụ đo có đĩa số, D_S thể hiện số (mm) được đọc cuối cùng từ khí cụ đo có đĩa số và H thể hiện độ cao ban đầu (125mm) của mẫu thử nghiệm.

Không có sự giới hạn đối với việc xác định nồng độ rửa giải (mg/L) của các ion Al và nồng độ rửa giải (mg/L) của các ion sulfat. Tốt hơn là, có khả năng sử dụng nồng độ của chất hoá học được rửa giải trong dung dịch lỏng thu được bằng cách cho từng vật liệu với kích thước hạt và sự phân bố kích thước hạt này trong trạng thái được sử dụng của nó trải qua thử nghiệm rửa giải vào nước trong kết (Phần 1: phương pháp thử nghiệm ngâm chiết). Đối với phương pháp thử nghiệm theo JIS K0058-1-2005, được ưu tiên là sử dụng thử nghiệm rửa giải được tiến hành đối với mẫu thử nghiệm trong trạng thái được sử dụng của nó được nêu trong “phương pháp thử nghiệm đối với các hoá chất trong các loại xi” của tiêu chuẩn công nghiệp Nhật Bản K0058-1 năm 2005. Mẫu thử nghiệm trong trạng thái được sử dụng của nó được gom theo một lượng cho trước, dung môi (nước) ở mức lớn hơn 10 lần so với mức của mẫu thử nghiệm được bổ sung vào và hỗn hợp thu được được khuấy trong 6 giờ với tốc độ quay là khoảng 200 vòng/phút để rửa giải các chất hoá học, nhờ đó thu được mẫu thử nghiệm. Lượng chất hoá học được biểu thị theo nồng độ (mg/L) của nó trong dung môi.

Kích cỡ hạt của các vật liệu gốc oxit vô cơ chứa xi luyện thép là các nguyên liệu được sử dụng theo phương pháp sản xuất vật liệu lót nền chứa xi luyện thép theo sáng chế không bị giới hạn. Tuy nhiên, kích cỡ hạt trung bình (kích cỡ hạt theo đường kính) tốt hơn là từ 1mm đến 40mm, tốt hơn nữa là từ 1mm đến 20mm và còn tốt hơn nữa là từ 5mm đến 20mm. Vì phạm vi phân bố kích cỡ hạt của vật liệu lót nền được nêu cụ thể đối với từng ứng dụng, cần phải xác định tỷ lệ trộn của các vật liệu tương ứng có các sự phân bố kích cỡ hạt khác nhau để đáp ứng phạm vi cụ thể của sự phân bố kích cỡ hạt đối với ứng dụng cụ thể.

Trong bước 1) và bước 3), được ưu tiên là việc xác định được tiến hành bất kỳ khi nào vật liệu lót nền được sản xuất theo mẻ. Tuy nhiên, trong trường hợp của vật liệu mà các trị số xác định đã được biết như là vật liệu đã được xác định từ trước, trường hợp tiến hành bước 4) bằng cách sử dụng trị số được biết còn bao gồm trong sáng chế. Nếu các loại vật liệu lót nền còn lại trong môi trường trong một thời gian dài, sự già hoá xảy ra, như vậy các trị số xác định của bước 1) và bước 3) thay đổi. Khoảng thời gian già hoá không bị giới hạn, mà nếu 1 tháng trôi qua sau khi các loại vật liệu bị nghiền đến cùng, sự già hoá xảy ra và các trị số xác

định thay đổi.

Khi hỗn hợp của các loại vật liệu cụ thể không đáp ứng công thức (1), cũng có thể làm cho các loại vật liệu trải qua quá trình giá hoá như vậy là làm giảm trị số $[Al^{3+}]_{max}$, $[SO_4^{2-}]_{max}$ hoặc X (%) để sản xuất vật liệu lót nền đáp ứng công thức (1). Khoảng thời gian bị giá hoá không bị giới hạn, mà tốt hơn là dài hơn 1 tháng và tốt hơn nữa là dài hơn 3 tháng.

Phương pháp lựa chọn các nguyên liệu của vật liệu lót nền chứa xỉ luyện thép theo sáng chế sẽ được mô tả dưới đây. Nói theo cách khác, phương pháp này có thể được gọi là phương pháp để kết hợp các nguyên liệu của vật liệu lót nền.

Phương pháp lựa chọn các nguyên liệu của vật liệu lót nền chứa xỉ luyện thép, bao gồm việc cho từng nguyên liệu trên cơ sở oxit vô cơ bao gồm ít nhất là xỉ luyện thép với kích thước hạt và sự phân bố kích thước hạt này trong trạng thái được sử dụng của nó trải qua thử nghiệm rửa giải vào nước để xác định nồng độ rửa giải (mg/L) của các ion Al và nồng độ rửa giải (mg/L) của các ion sulfat, các trị số cực đại thu được $[Al^{3+}]_{max}$ và $[SO_4^{2-}]_{max}$ của chúng và trị số X (%) khi tỷ lệ giãn nở nhúng nước của toàn bộ hỗn hợp các vật liệu gốc oxit vô cơ được xác định theo thử nghiệm độ ổn định giãn nở nhúng nước được nêu trong tiêu chuẩn công nghiệp Nhật Bản JIS A 5015 trong điều kiện nhiệt độ nước là 80°C trong thời gian 10 ngày và việc lựa chọn các vật liệu gốc oxit vô cơ sao cho sự tương quan giữa $[Al^{3+}]_{max}$, $[SO_4^{2-}]_{max}$ và X đáp ứng công thức (1) sau đây.

$$[Al^{3+}]_{max} \times [SO_4^{2-}]_{max} \times 1,5/4000 + X \leq 1,5 \quad \dots (1)$$

Nếu phương pháp lựa chọn theo sáng chế được sử dụng, khi các vật liệu gốc oxit vô cơ chứa xỉ luyện thép được sử dụng đối với vật liệu lót nền cho bề mặt bê tông asphan và dạng tương tự, sự kết hợp các nguyên liệu của vật liệu lót nền mà không dễ dàng làm cho bề mặt lát bị phồng lên hoặc nứt do sự giãn nở của lớp lót có thể được lựa chọn một cách thích hợp ở cùng thời điểm đối với một số các nguyên liệu khác nhau.

Vật liệu lót nền chứa xỉ luyện thép theo sáng chế là vật liệu lót nền cho bề mặt thấm nước và bao gồm các vật liệu gốc oxit vô cơ đáp ứng được công thức (1) sau đây.

$$[Al^{3+}]_{\max} \times [SO_4^{2-}]_{\max} \times 1,5/4000 + X \leq 1,5 \quad \dots (1),$$

trong đó,

$[Al^{3+}]_{\max}$: trị số cực đại (mg/L) trong số các nồng độ rửa giải của các ion Al thu được bằng cách cho các vật liệu gốc oxit vô cơ tương ứng làm vật liệu của thử nghiệm rửa giải với kích thước hạt và sự phân bố kích thước hạt trong trạng thái được sử dụng của chúng là các nguyên liệu của vật liệu lót nền, trải qua thử nghiệm rửa giải vào nước.

$[SO_4^{2-}]_{\max}$: trị số cực đại (mg/L) trong số các nồng độ rửa giải của các ion sulfat thu được bằng cách cho các vật liệu gốc oxit vô cơ tương ứng làm vật liệu của thử nghiệm rửa giải với kích thước hạt và sự phân bố kích thước hạt trong trạng thái được sử dụng của chúng là các nguyên liệu của vật liệu lót nền, trải qua thử nghiệm rửa giải vào nước và

X: tỷ lệ giãn nở nhúng nước (%) của hỗn hợp các nguyên liệu của vật liệu lót nền được xác định theo thử nghiệm độ ổn định giãn nở nhúng nước được nêu trong JIS A 5015 trong điều kiện nhiệt độ nước là 80°C trong thời gian 10 ngày.

Nếu vật liệu lót nền theo sáng chế được sử dụng, sự bị phồng lên hoặc vết nứt của bề mặt lát thu được từ sự giãn nở của lớp lót không dễ dàng xảy ra ngay cả sau khi một khoảng thời gian dài trôi qua từ khi xây dựng.

Ví dụ thực hiện sáng chế

Sau đây, sáng chế sẽ được mô tả chi tiết bằng cách sử dụng các ví dụ, mà sáng chế không bị giới hạn bởi các ví dụ này.

Thử nghiệm rửa giải được nêu trong bảng 1 được tiến hành đối với nhiều loại xỉ và loại tương tự cho vật liệu lót nền trước khi trộn dựa trên phương pháp thử nghiệm rửa giải trên cơ sở theo tiêu chuẩn JIS K 0058-1. Sự lọc dung dịch sau quá trình rửa giải được phân tích theo phương pháp được nêu trong tiêu chuẩn JIS K 0102 để xác định các nồng độ của các ion sunfat và ion Al. Ngoài ra, hỗn hợp các nguyên liệu tương ứng được tạo ra và được trải qua thử nghiệm độ ổn định giãn nở nhúng nước được nêu trong tiêu chuẩn JIS A 5015. Các vật liệu tương ứng được làm thành phức hợp bằng cách trộn với nhau để thu được vật liệu lót nền và mẫu

lớp lót để thử nghiệm xây dựng sử dụng vật liệu lót nền. Mẫu lớp lót có kích cỡ 2m × 10m, chiều dày của vật liệu lót nền là bằng 10cm và bề mặt của nó là mặt lát thảm thấu. Theo sự đánh giá được tiến hành trong 3 năm, sự giãn nở hoặc sự bị phồng lên của bề nền đường mẫu lớp lót được kiểm tra. Mẫu lớp lót trong đó bề nền đường bị phồng lên đến mức bằng hoặc lớn hơn 1cm được đánh giá là không tốt (NG) (NG – No Good – Không tốt) và mẫu lớp lót trong đó bề nền đường bị phồng lên đến mức là dưới 1cm được đánh giá là tốt (OK). Các kết quả được thể hiện trong bảng 1. Ký hiệu “O” trong bảng 1 chỉ các vật liệu gốc oxit vô cơ với ký hiệu chứa trong sự kết hợp trong các vật liệu lót nền tương ứng, trong khi ký hiệu “-” chỉ vật liệu với ký hiệu không chứa hoặc không bị phát hiện trong các vật liệu lót nền tương ứng. Trong bảng 1, $[Al^{3+}] \times [SO_4^{2-}]$ được viết tắt tương ứng là $[Al]*[SO_4]$.

Như được thể hiện trong các kết quả của ví dụ so sánh 1, ngay cả khi nếu nồng độ rửa giải của các ion Al và các ion sulfat là thấp và tích số của chúng là thấp, vật liệu lót nền có tỷ lệ giãn nở nhúng nước là 1,7% trong thử nghiệm độ ổn định giãn nở nhúng nước được nêu trong tiêu chuẩn JIS A 5015 vượt quá trị số tiêu chuẩn là 1,5% được nêu trong JIS A 5015 xảy ra sự giãn nở bề nền đường, được đánh giá là không tốt (NG). Ngoài ra, ngay cả khi nếu mức độ giãn nở nhúng nước trong thử nghiệm giãn nở nhúng nước được nêu trong tiêu chuẩn JIS A 5015 là bằng 1,5% hoặc thấp hơn, khi công thức (1) của sáng chế có thể không được đáp ứng vì các nồng độ rửa giải của các ion Al và các ion sulfat là khá cao như trong các ví dụ so sánh từ 2 đến 7, sự giãn nở xảy ra trên bề nền đường và các vật liệu lót nền cũng được đánh giá là không tốt (NG). Mặt khác, như được thể hiện trong các ví dụ từ 1 đến 9, ngay cả khi nếu các nồng độ rửa giải của các ion Al và các ion sulfat là khá cao, khi công thức (1) theo sáng chế được đáp ứng, hiện tượng như là sự giãn nở hoặc sự bị phồng lên không xảy ra trên bề nền đường trong thời gian 3 năm đánh giá.

Bảng 1

	Sự kết hợp của các vật liệu gốc oxit vô cơ				Xi lò cao được làm nguội bằng không khí		Xi luyện thép		Bê tông thái loại		Sự giãn nở nhúng nước của vật liệu lót nền hỗn hợp *2)	[SO4]max *[Al]max	[SO4]max [Al]max/ 4000 × 1,5	[SO4]max[Al]	Đánh giá đối với sự giãn nở bề nền đường
	Xi lò cao được làm nguội bằng không khí	Xi luyện thép	Bê tông thái loại	Xi lò cao được làm nguội bằng không khí		Xi luyện thép		Bê tông thái loại		%					
				SO ₄ ^{*1)}	Al ^{*1)}	SO ₄ ^{*1)}	Al ^{*1)}	SO ₄ ^{*1)}	Al ^{*1)}					max/4000 × 1,5 + X	
Ví dụ so sánh 1	-	O	-	-	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	%	-	-	1,70	NG
Ví dụ so sánh 2	O	O	-	<1	200	<1	5	-	-	-	1,5	1000	0,38	1,88	NG
Ví dụ so sánh 3	O	O	-	<1	380	<1	10	-	-	-	1	3800	1,43	2,43	NG
Ví dụ so sánh 4	O	O	-	<1	400	<1	10	-	-	-	1	4000	1,50	2,50	NG
Ví dụ so sánh 5	O	O	-	-	300	-	10	-	-	-	0,4	3000	1,13	1,53	NG
Ví dụ so sánh 6	O	O	O	<1	200	<1	40	40	<1	<1	0,2	8000	3,00	3,20	NG
Ví dụ so sánh 7	-	O	O	-	-	-	20	60	2	2	1,2	1200	0,45	1,65	NG
Ví dụ 1	O	O	-	-	300	-	8	-	-	-	0,5	2400	0,90	1,40	OK
Ví dụ 2	O	O	-	1	380	1	<1	5	-	-	0,7	1900	0,71	1,41	OK
Ví dụ 3	O	O	-	1	200	1	<1	1	-	-	1	200	0,08	1,08	OK
Ví dụ 4	O	O	-	2	100	2	<1	1	-	-	1	100	0,04	1,04	OK
Ví dụ 5	O	O	-	<1	400	<1	7	-	-	-	0,4	2800	1,05	1,45	OK
Ví dụ 6	O	O	-	-	400	-	5	-	-	-	0,5	2000	0,75	1,25	OK
Ví dụ 7	O	O	-	1	500	1	<1	1	-	-	1	500	0,19	1,19	OK
Ví dụ 8	O	O	-	<1	500	<1	4	-	-	-	0,75	2000	0,75	1,50	OK
Ví dụ 9	-	O	O	-	-	-	10	45	<1	<1	0,5	450	0,17	0,67	OK

*1) Trị số các ion được rửa giải thu được bằng thử nghiệm rửa giải trên cơ sở như được nêu trong tiêu chuẩn JIS K 0058-1 “phương pháp thử nghiệm các chất hoá học của các loại xi”

*2) Tỷ lệ giãn nở sau 10 ngày ở nhiệt độ là 80°C trong thử nghiệm độ ổn định giãn nở nhúng nước được nêu trong tiêu chuẩn JIS A 5015 “xi gang và xi thép dùng cho đường bộ”

Phương pháp sản xuất vật liệu lót nền chứa xỉ luyện thép theo sáng chế tạo khả năng đánh giá một cách đồng thời các sự kết hợp của các nguyên liệu bao gồm các vật liệu khác nhau trên cơ sở oxit vô cơ như là xỉ lò cao được làm nguội bằng không khí, xỉ lò cao dạng hạt, xỉ luyện thép, xỉ gang nóng chảy xử lý sơ bộ (chẳng hạn, xỉ khử phospho hoặc xỉ khử silic), xỉ lò thổi (xỉ khử cacbon), bê tông thải loại, vật liệu lót nền thải loại, gạch thải loại, tro bay, tro đáy, xỉ nóng chảy thải loại và đá dăm, cụ thể là, bê tông thải loại, vật liệu lót nền thải loại và dạng tương tự theo một thử nghiệm đơn giản và tạo kết cấu lớp lót không giãn nở sau khi xây dựng. Do đó, phương pháp này là cực kỳ hữu ích đối với công nghiệp.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp sản xuất vật liệu lót nền chứa xỉ luyện thép bao gồm các bước:

cho từng loại vật liệu gốc oxit vô cơ chứa ít nhất là xỉ luyện thép trải qua thử nghiệm rửa giải với kích thước hạt và sự phân bố kích thước hạt trong trạng thái được sử dụng của nó vào nước để xác định nồng độ rửa giải (mg/L) của các ion Al và nồng độ rửa giải (mg/L) của các ion sulfat;

thu các trị số cực đại $[Al^{3+}]_{max}$ và $[SO_4^{2-}]_{max}$ của các nồng độ rửa giải của các vật liệu gốc oxit vô cơ tương ứng;

xác định tỷ lệ giãn nở nhúng nước X (%) của hỗn hợp mẫu thử nghiệm thu được bằng cách trộn các vật liệu gốc oxit vô cơ, theo thử nghiệm độ ổn định giãn nở nhúng nước được nêu trong tiêu chuẩn công nghiệp Nhật Bản JIS A 5015 trong điều kiện nhiệt độ nước là 80°C trong thời gian 10 ngày; và

trộn các vật liệu gốc oxit vô cơ để thu được vật liệu lót nền sao cho sự tương quan giữa $[Al^{3+}]_{max}$, $[SO_4^{2-}]_{max}$ và X đáp ứng công thức (1) sau đây.

$$[Al^{3+}]_{max} \times [SO_4^{2-}]_{max} \times 1,5/4000 + X \leq 1,5 \quad \dots (1)$$

2. Phương pháp theo điểm 1,

trong đó các vật liệu gốc oxit vô cơ mà chứa ít nhất là một loại xỉ luyện thép, một hoặc nhiều loại xỉ luyện thép, hoặc chứa xỉ luyện thép và ít nhất một vật liệu được lựa chọn từ nhóm gồm có xỉ lò cao được làm nguội bằng không khí, xỉ lò cao dạng hạt, tro bay, tro đáy và bê tông thải loại.

3. Phương pháp theo điểm 1 hoặc điểm 2,

trong đó các vật liệu gốc oxit vô cơ chứa ít nhất là xỉ luyện thép bao gồm hỗn hợp của ba hoặc nhiều hơn ba vật liệu gốc oxit vô cơ.

4. Phương pháp lựa chọn vật liệu gốc oxit vô cơ cho vật liệu lót nền chứa xỉ luyện thép, phương pháp này bao gồm các bước:

cho từng vật liệu gốc oxit vô cơ chứa ít nhất một loại xỉ luyện thép trải qua thử nghiệm rửa giải với kích thước hạt và sự phân bố kích thước hạt trong trạng thái được sử dụng của nó vào nước để xác định nồng độ rửa giải (mg/L) của các ion Al và nồng độ rửa giải (mg/L) của các ion sulfat;

thu các trị số cực đại $[Al^{3+}]_{max}$ và $[SO_4^{2-}]_{max}$ của các nồng độ rửa giải của các vật liệu gốc oxit vô cơ tương ứng và trị số $X(\%)$ của tỷ lệ giãn nở nhúng nước của toàn bộ hỗn hợp các vật liệu gốc oxit vô cơ được xác định nhờ sự thử nghiệm độ ổn định giãn nở nhúng nước được nêu trong tiêu chuẩn công nghiệp Nhật Bản JIS A 5015 trong điều kiện nhiệt độ nước là $80^{\circ}C$ trong thời gian 10 ngày; và

lựa chọn các vật liệu gốc oxit vô cơ sao cho sự tương quan giữa $[Al^{3+}]_{max}$, $[SO_4^{2-}]_{max}$ và X đáp ứng công thức (1) sau đây.

$$[Al^{3+}]_{max} \times [SO_4^{2-}]_{max} \times 1,5/4000 + X \leq 1,5 \quad \dots (1)$$

5. Vật liệu lót nền chứa xỉ luyện thép dùng cho bề mặt thấm nước bao gồm các vật liệu gốc oxit vô cơ đáp ứng được công thức (1) sau đây:

$$[Al^{3+}]_{max} \times [SO_4^{2-}]_{max} \times 1,5/4000 + X \leq 1,5 \quad \dots (1),$$

trong đó

$[Al^{3+}]_{max}$ là trị số cực đại (mg/L) trong số các nồng độ rửa giải của các ion Al thu được bằng cách cho các vật liệu gốc oxit vô cơ tương ứng với kích thước hạt và sự phân bố kích thước hạt trong trạng thái được sử dụng của chúng, mà đây là các nguyên liệu của vật liệu lót nền, trải qua thử nghiệm rửa giải vào nước,

$[SO_4^{2-}]_{max}$ là trị số cực đại (mg/L) trong số các nồng độ rửa giải của các ion sulfat thu được bằng cách cho các vật liệu gốc oxit vô cơ tương ứng trong trạng thái được sử dụng của chúng, mà đây là các nguyên liệu của vật liệu lót nền, trải qua thử nghiệm rửa giải vào nước và

X là tỷ lệ giãn nở nhúng nước (%) của hỗn hợp các nguyên liệu của vật liệu lót nền được xác định nhờ sự thử nghiệm độ ổn định giãn nở nhúng nước được nêu trong tiêu chuẩn JIS A 5015 trong điều kiện nhiệt độ nước là $80^{\circ}C$ trong thời gian 10 ngày.

6. Phương pháp xây dựng nền đường, trong đó lớp lót của nền đường được tạo kết cấu sử dụng vật liệu lót nền theo điểm 5.