

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2011-106969

(P2011-106969A)

(43) 公開日 平成23年6月2日(2011.6.2)

|                               |               |             |
|-------------------------------|---------------|-------------|
| (51) Int.Cl.                  | F I           | テーマコード (参考) |
| <b>GO 1 N 5/04 (2006.01)</b>  | GO 1 N 5/04 A | 2 G O 5 2   |
| <b>GO 1 N 33/38 (2006.01)</b> | GO 1 N 33/38  |             |
| <b>GO 1 N 1/28 (2006.01)</b>  | GO 1 N 1/28 X |             |
|                               | GO 1 N 1/28 T |             |
|                               | GO 1 N 1/28 K |             |

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2009-262405 (P2009-262405)  
 (22) 出願日 平成21年11月18日 (2009.11.18)

特許法第30条第1項適用申請有り 社団法人土木学会  
 , 「土木学会平成21年度全国大会 第64回年次学術  
 講演会講演概要集」CD-ROM (平成21年8月3日  
 )

(71) 出願人 000173784  
 財団法人鉄道総合技術研究所  
 東京都国分寺市光町2丁目8番地38  
 (74) 代理人 100089635  
 弁理士 清水 守  
 (74) 代理人 100096426  
 弁理士 川合 誠  
 (72) 発明者 上原 元樹  
 東京都国分寺市光町二丁目8番地38 財  
 団法人 鉄道総合技術研究所内  
 (72) 発明者 鶴田 孝司  
 東京都国分寺市光町二丁目8番地38 財  
 団法人 鉄道総合技術研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 硬化コンクリート中のアルカリ総量測定方法

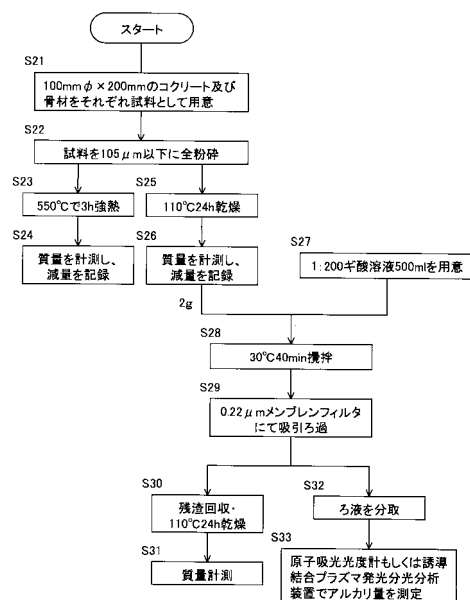
## (57) 【要約】

【課題】 コンクリート試料を酸溶解することにより、  
 硬化コンクリート中のアルカリ総量を求める硬化コンク  
 リート中のアルカリ総量測定方法を提供する。

## 【解決手段】

硬化コンクリート中のアルカリ総量測定方法において  
 、コンクリート試料に対するギ酸による酸溶解試験にお  
 けるアルカリ溶出値から、前記コンクリートに使用され  
 ている同一骨材試料に対する酸溶解試験におけるアルカ  
 リ溶出値を差し引くことにより、前記コンクリート試料  
 中のアルカリ総量を測定する。

【選択図】 図2



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

コンクリート試料に対するギ酸による酸溶解試験におけるアルカリ溶出値から、前記コンクリートに使用されている同一骨材試料に対する酸溶解試験におけるアルカリ溶出値を差し引くことにより、前記コンクリート試料中のアルカリ総量を測定することを特徴とする硬化コンクリート中のアルカリ総量測定方法。

**【請求項 2】**

(a) コンクリート及び骨材を試料として用意する工程と、  
(b) 前記試料を全粉砕し、粉体試料を得る工程と、  
(c) 前記全粉砕された粉体試料の一部を強熱する工程と、  
(d) 前記強熱された粉体試料の質量を計測し、減量を把握する工程と、  
(e) 前記 (b) 工程で得た前記粉体試料の別の一部を乾燥させ、それにギ酸溶液を加えて攪拌する工程と、  
(f) 前記攪拌された試料を吸引ろ過して、固体残渣とろ過部分とに分離する工程と、  
(g) 前記固体残渣を回収して乾燥させる工程と、  
(h) 前記固体残渣の質量を計測する工程と、  
(i) 分取した前記ろ過部分のアルカリ量を測定する工程とを施すことを特徴とする硬化コンクリート中のアルカリ総量測定方法。

10

**【請求項 3】**

請求項 2 記載の硬化コンクリート中のアルカリ総量測定方法において、前記 (b) 工程において前記試料が  $105\ \mu\text{m}$  以下に全粉砕されることを特徴とする硬化コンクリート中のアルカリ総量測定方法。

20

**【請求項 4】**

請求項 2 又は 3 記載の硬化コンクリート中のアルカリ総量測定方法において、前記 (c) 工程において前記粉体試料を  $550^\circ\text{C}$  で 3 時間強熱することを特徴とする硬化コンクリート中のアルカリ総量測定方法。

**【請求項 5】**

請求項 2 から 4 の何れか一項記載の硬化コンクリート中のアルカリ総量測定方法において、前記 (e) 工程において前記粉体試料を  $110^\circ\text{C}$  で 24 時間乾燥させるとともに、 $1:200$  の前記ギ酸溶液を  $500\text{ ml}$  を加えて  $30^\circ\text{C}$  で 40 分間攪拌することを特徴とする硬化コンクリート中のアルカリ総量測定方法。

30

**【請求項 6】**

請求項 2 から 5 の何れか一項記載の硬化コンクリート中のアルカリ総量測定方法において、前記 (f) 工程における前記吸引ろ過は  $0.22\ \mu\text{m}$  のメンブレンフィルタを用いることを特徴とする硬化コンクリート中のアルカリ総量測定方法。

**【請求項 7】**

請求項 2 から 6 の何れか一項記載の硬化コンクリート中のアルカリ総量測定方法において、前記 (g) 工程における前記乾燥は  $110^\circ\text{C}$  で 24 時間行うことを特徴とする硬化コンクリート中のアルカリ総量測定方法。

**【請求項 8】**

請求項 2 から 7 の何れか一項記載の硬化コンクリート中のアルカリ総量測定方法において、前記 (i) 工程における前記アルカリ量の測定は原子吸光光度計もしくは誘導結合プラズマ発光分光分析装置を用いることを特徴とする硬化コンクリート中のアルカリ総量測定方法。

40

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、硬化コンクリート中のアルカリ総量測定方法に関するものである。

**【背景技術】****【0002】**

50

従来、コンクリート構造物のアルカリシリカ反応性を評価するためには、硬化コンクリート中のアルカリ総量を的確に把握することが重要である。

従来、硬化コンクリート中のアルカリ量を測定する方法として、ASTM C 114 (下記非特許文献1参照)に水溶性アルカリに対する測定手法が明示されている。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【0003】

【非特許文献1】ASTM C 114「Standard Test Methods for Chemical Analysis of Hydraulic Cement」, 17.2 Water-Soluble Alkalies 10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、硬化コンクリート中のアルカリ総量を求めるための測定方法は基準化されていない。

本発明は、上記状況に鑑みて、コンクリート試料を酸溶解することにより硬化コンクリート中のアルカリ総量を求める、硬化コンクリート中のアルカリ総量測定方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

20

【0005】

本発明は、上記目的を達成するために、

〔1〕硬化コンクリート中のアルカリ総量測定方法において、コンクリート試料に対するギ酸による酸溶解試験におけるアルカリ溶出値から、前記コンクリートに使用されている同一骨材試料に対する酸溶解試験におけるアルカリ溶出値を差し引くことにより、前記コンクリート試料中のアルカリ総量を測定することを特徴とする。

【0006】

〔2〕硬化コンクリート中のアルカリ総量測定方法において、(a)コンクリート及び骨材を試料として用意する工程と、(b)前記試料を全粉砕し、粉体試料を得る工程と、(c)前記全粉砕された粉体試料の一部を強熱する工程と、(d)前記強熱された粉体試料の質量を計測し、減量を把握する工程と、(e)前記(b)工程で得た前記粉体試料の別の一部を乾燥させ、それにギ酸溶液を加えて攪拌する工程と、(f)前記攪拌された試料を吸引ろ過して、固体残渣とろ過部分とに分離する工程と、(g)前記固体残渣を回収して乾燥させる工程と、(h)前記固体残渣の質量を計測する工程と、(i)分取した前記ろ過部分のアルカリ量を測定する工程とを施すことを特徴とする。 30

【0007】

〔3〕上記〔2〕記載の硬化コンクリート中のアルカリ総量測定方法において、前記(b)工程において前記試料が105 $\mu$ m以下に全粉砕されることを特徴とする。

〔4〕上記〔2〕又は〔3〕の何れか一項記載の硬化コンクリート中のアルカリ総量測定方法において、前記(c)工程において前記粉体試料を550 $^{\circ}$ Cで3時間強熱することを特徴とする。 40

【0008】

〔5〕上記〔2〕から〔4〕の何れか一項記載の硬化コンクリート中のアルカリ総量測定方法において、前記(e)工程において前記粉体試料を110 $^{\circ}$ Cで24時間乾燥させるとともに、1:200の前記ギ酸溶液を500mlを加えて30 $^{\circ}$ Cで40分間攪拌することを特徴とする。

〔6〕上記〔2〕から〔5〕の何れか一項記載の硬化コンクリート中のアルカリ総量測定方法において、前記(f)工程における前記吸引ろ過は0.22 $\mu$ mのメンブレンフィルタを用いることを特徴とする。

【0009】

50

〔 7 〕 上記〔 2 〕 から〔 6 〕 の何れか一項記載の硬化コンクリート中のアルカリ総量測定方法において、前記（ g ）工程における前記乾燥は 1 1 0 で 2 4 時間行うことを特徴とする。

〔 8 〕 上記〔 2 〕 から〔 7 〕 の何れか一項記載の硬化コンクリート中のアルカリ総量測定方法において、前記（ i ）工程における前記アルカリ量の測定は原子吸光光度計もしくは誘導結合プラズマ発光分光分析装置を用いることを特徴とする。

【発明の効果】

【 0 0 1 0 】

本発明によれば、コンクリート及び骨材からなる試料に対するギ酸による酸溶解試験におけるアルカリ溶出値から、コンクリートに使用されている同一骨材に対する酸溶解試験におけるアルカリ溶出値を差し引くことにより、試料中の正確なアルカリ量を測定することができる。特に、骨材からのアルカリ溶出量を調べた結果、骨材からのアルカリ溶出量は骨材の種類（岩石種、鉱物組成）によって大きく異なることが分かり、本発明の硬化コンクリート中のアルカリ総量測定方法による精度の高さが証明できた。

10

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 1 】

【図 1】本発明の硬化コンクリート中のアルカリ総量算出のための概括的な測定フローチャートである。

【図 2】本発明の具体例を示す硬化コンクリート中のアルカリ総量算出のための測定フローチャートである。

20

【図 3】酸溶解による測定によって得られた測定値からコンクリート中のアルカリ総量を算出する方法を示す図である。

【図 4】本発明の酸溶解によるアルカリ総量測定結果を示す図である。

【図 5】骨材からのアルカリ溶出量を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 2 】

本発明の硬化コンクリート中のアルカリ総量測定方法は、コンクリート試料に対するギ酸による酸溶解試験におけるアルカリ溶出値から、前記コンクリートに使用されている同一骨材試料に対する酸溶解試験におけるアルカリ溶出値を差し引くことにより、前記コンクリート試料中のアルカリ総量を測定する。

30

【実施例】

【 0 0 1 3 】

以下、本発明の実施の形態について詳細に説明する。

図 1 は本発明の硬化コンクリート中のアルカリ総量算出のための概括的な測定フローチャートである。

（ 1 ）まず、コンクリートと、そのコンクリートに使用した骨材をそれぞれ試料として用意する（ステップ S 1 ）。

（ 2 ）ステップ S 1 の試料を全粉砕し、粉体試料を得る（ステップ S 2 ）。

（ 3 ）ステップ S 2 で全粉砕された粉体試料の一部を強熱する（ステップ S 3 ）。

（ 4 ）ステップ S 3 で強熱された粉体試料の質量を計測し、その減量を記録する（ステップ S 4 ）。

40

（ 5 ）ステップ S 2 で得た粉体試料の残りを乾燥させる（ステップ S 5 ）。

（ 6 ）ステップ S 5 で乾燥させた粉体試料の質量を計測し、その減量を記録する（ステップ S 6 ）。

（ 7 ）一方、 1 : 2 0 0 のギ酸溶液を用意する（ステップ S 7 ）。

（ 8 ）ステップ S 6 の粉体試料の一部にステップ S 7 の溶液を加えて攪拌する（ステップ S 8 ）。

（ 9 ）ステップ S 8 で攪拌された試料を吸引ろ過して、固体残渣とろ過部分とに分離する（ステップ S 9 ）。

（ 1 0 ）ステップ S 9 で分離された固体残渣を回収して乾燥させる（ステップ S 1 0 ）。

50

- ( 1 1 ) ステップ S 1 0 で乾燥させた固体残渣の質量を計測する ( ステップ S 1 1 ) 。  
 ( 1 2 ) 一方で液部分を分取する ( ステップ S 1 2 ) 。  
 ( 1 3 ) ステップ S 1 2 で分取したる液部分のアルカリ量を原子吸光光度計もしくは誘導結合プラズマ発光分光分析装置で測定する ( ステップ S 1 3 ) 。

#### 【 0 0 1 4 】

図 2 は本発明の具体例を示す硬化コンクリート中のアルカリ総量算出のための測定フローチャートである。

- ( 1 ) まず、コンクリートとそのコンクリートに使用した骨材とをそれぞれ試料として用意する ( ステップ S 2 1 ) 。  
 ( 2 ) ステップ S 2 1 の試料をそれぞれ 1 0 5  $\mu$  m 以下に全粉碎し、四分法により分取する ( ステップ S 2 2 ) 。 10  
 ( 3 ) ステップ S 2 2 で分取した試料の一部を 5 5 0 で 3 時間強熱する ( ステップ S 2 3 ) 。  
 ( 4 ) ステップ S 2 3 で強熱された試料の質量を計測し、減量を記録する ( ステップ S 2 4 ) 。  
 ( 5 ) ステップ S 2 3 の試料の残りを 1 1 0 で 2 4 時間乾燥させる ( ステップ S 2 5 ) 。  
 ( 6 ) ステップ S 2 5 で乾燥させた試料の質量を計測し、減量を記録する ( ステップ S 2 6 ) 。  
 ( 7 ) 一方、1 : 2 0 0 のギ酸溶液 5 0 0 m l を用意する ( ステップ S 2 7 ) 。 20  
 ( 8 ) ステップ S 2 5 の乾燥後の試料から 2 g とギ酸溶液 5 0 0 m l を混合し、3 0 で 4 0 分間攪拌することにより、酸溶解を行う ( ステップ S 2 8 ) 。  
 ( 9 ) 溶解後、0 . 2 2  $\mu$  m のメンブレンフィルタを用いて吸引ろ過することにより、固体残渣とる液部分とを分離する ( ステップ S 2 9 ) 。  
 ( 1 0 ) ステップ S 2 9 で分離された固体残渣を 1 1 0 で 2 4 時間乾燥させる ( ステップ S 3 0 ) 。  
 ( 1 1 ) ステップ S 3 0 で乾燥させた固体残渣の質量を計測する ( ステップ S 3 1 ) 。  
 ( 1 2 ) 一方で前記る液部分を分取する ( ステップ S 3 2 ) 。  
 ( 1 3 ) ステップ S 3 2 で分取したる液部分中のアルカリ ( N a および K ) 量を原子吸光光度計もしくは誘導結合プラズマ発光分光分析装置で測定する ( ステップ S 3 3 ) 。 30

#### 【 0 0 1 5 】

図 3 は酸溶解による測定によって得られた測定値からコンクリート中のアルカリ総量を算出する方法を示す図である。

コンクリートからのアルカリ溶出量には、セメントペーストからのアルカリ溶出量に加え、骨材からのアルカリ溶出量が含まれている。そのうち、求めようとするコンクリート中のアルカリ総量は、セメントペーストからからのアルカリ溶出量にあたる。

#### 【 0 0 1 6 】

図 3 ( a ) に示すように、骨材からのアルカリ溶出量を考慮しない場合は、アルカリ総量  $\alpha = c / 1 0 0 \times ( C + S + G )$  であり、一方、図 3 ( b ) に示すように、骨材からのアルカリ溶出量を考慮する場合は、アルカリ総量  $\beta = \alpha - f / 1 0 0 \times ( S + G )$  である 40  
 。ここで、

- a : コンクリート酸処理溶液中のアルカリ分析値 ( g )  
 b : 無水換算コンクリート試料量 ( g ) = 1 1 0 乾燥試料量 - ( 5 5 0 の試料減量 - 1 1 0 の試料減量 )  
 c : 無水換算コンクリート試料から溶解したアルカリ量 ( % )  
 $= a / b \times 1 0 0$   
 d : 骨材酸処理溶液中のアルカリ分析値 ( g )  
 e : 無水換算骨材試料量 ( g ) = 1 1 0 乾燥試料量 - ( 5 5 0 の試料減量 - 1 1 0 の試料減量 )  
 f : 骨材試料から溶出したアルカリ量 ( % ) 50

$$= d / e \times 100$$

C：単位セメント量

S：単位細骨材量

G：単位粗骨材量である。

【0017】

なお、無水換算コンクリートとは骨材＋セメントを表す。

また、固体残渣量  $z$  を用いてアルカリ総量を算出する場合は、骨材からのアルカリ溶出量を考慮しない場合のアルカリ総量  $\alpha = a \cdot [1 / (b - z)] \cdot C$  であり、一方、骨材からのアルカリ溶出量を考慮する場合のアルカリ総量  $\beta = [a - d \cdot (z / b)] \cdot [1 / (b - z)] \cdot C$  である。なお、 $z$  は固体残渣量 ( $g$ ) である。

10

【0018】

図4は本発明の酸溶解によるアルカリ総量測定結果を示す図、図5は骨材からのアルカリ溶出量を示す図である。

配合が既知であるコンクリート供試体（アルカリ総量  $2.7 \text{ kg/m}^3$ 、 $3.0 \text{ kg/m}^3$ 、 $4.5 \text{ kg/m}^3$ ）について、図2および図3における（a）と（b）の手法で、硬化コンクリート中のアルカリ総量を算出した。その結果、図4の□で示されるように、骨材からのアルカリ溶出量を考慮しない場合、求めたアルカリ総量  $\alpha$  は作製供試体のアルカリ総量より多めに見積もられた。これは、骨材からも相当量のアルカリ成分が溶出するためであると考えられる。

【0019】

20

図5は、図2に示す手順によって測定された各種骨材のアルカリ溶出量（図3におけるf）を図示したものである（各種骨材からのアルカリ溶出量のデータベース）。

骨材からのアルカリ溶出量は、その鉱物組成や組織により異なるが、例えば頁岩からのアルカリ溶出量は、セメント中のアルカリ量の約  $1/4$ （コンクリート中のセメント：骨材比がおよそ  $1:4 \sim 5$  であることを考慮するとコンクリートからの溶出量とほぼ同等）にも相当する。したがって、アルカリ総量の算出に際して、これら骨材の影響を考慮する必要があることがわかる。

【0020】

図4の■は、骨材からのアルカリ溶出を考慮し、図3（b）に従い、上記で求めたアルカリ総量  $\alpha$  から、骨材から溶出したアルカリ量を配合比に従って差し引いた値（アルカリ総量  $\beta$ ）である。アルカリ総量  $\beta$  は、図4に示されるように作製供試体のアルカリ総量に近い値を示し、本発明の手法が有効であることがわかった。なお、ここでは既知の配合比に従って、骨材からのアルカリ溶出量を差し引いたが、供試体の試料量が少ない場合にはその試料中の骨材比がコンクリート全体の配合比とは必ずしも一致せず、それが誤差の要因となる可能性がある。そこで、配合が既知であり、アルカリ溶出量が比較的多い骨材（図5における砂岩とほぼ同等のアルカリ溶出量）を使用したコンクリート供試体（ $100 \text{ mm} \phi \times 200 \text{ mm}$ ，1本）に対して、図2に示した酸溶解法を実施し、配合における骨材比と、酸溶解の固体残渣から求めた骨材比、およびそれらから算出したセメント中のアルカリ量を比較した。

30

【0021】

40

【表1】

| 骨材比の算出方法         | 骨材比 (%) | セメント中のアルカリ量 (%) |
|------------------|---------|-----------------|
| 配合における骨材比        | 85.8    | 0.74            |
| 酸溶解の固体残渣から求めた骨材比 | 82.8    | 0.63            |

※使用セメントのアルカリ量：0.56%

この結果、配合における骨材比と固体残渣から求めた骨材比では若干の相違が生じたが、特に骨材からのアルカリ溶出量が多い場合、この骨材比の相違が算出アルカリ量に大きく影響するため、骨材比を精確に求めることが重要であることが分かった。

50

## 【 0 0 2 2 】

上記したように、本発明によれば、コンクリート試料に対するギ酸による酸溶解試験における測定アルカリ量から、コンクリートに使用されている同一骨材に対する酸溶解試験における測定アルカリ量を差し引くことにより、コンクリート試料中のアルカリ総量を算出することができる。

なお、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、本発明の趣旨に基づき種々の変形が可能であり、これらを本発明の範囲から排除するものではない。

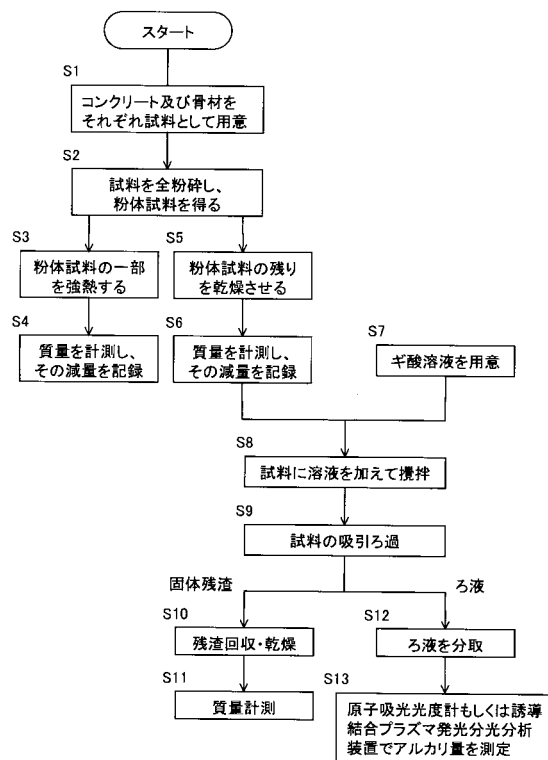
## 【 産業上の利用可能性 】

## 【 0 0 2 3 】

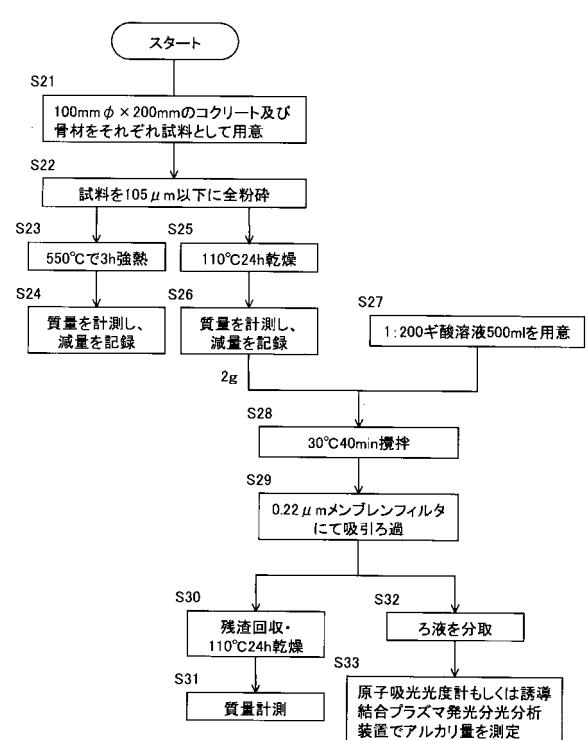
本発明の硬化コンクリート中のアルカリ総量算出方法は、硬化コンクリート中のアルカリ総量を的確に把握するツールとして利用可能である。

10

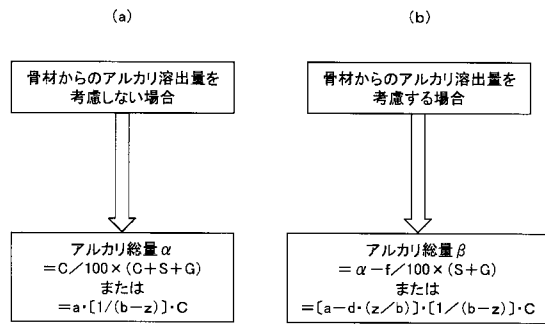
【 図 1 】



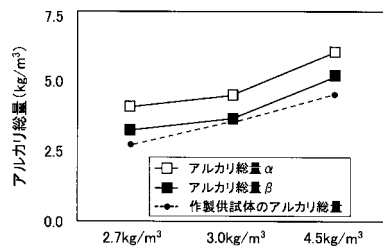
【 図 2 】



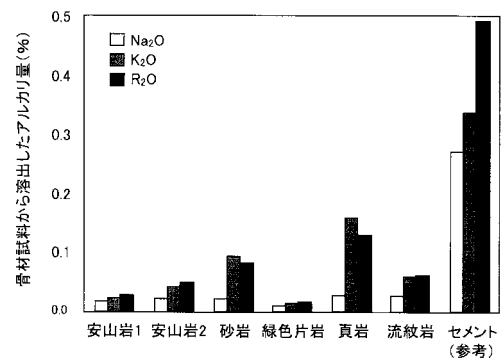
【図 3】



【図 4】



【図 5】



---

フロントページの続き

(72)発明者 水野 清

東京都国分寺市光町二丁目 8 番地 3 8 財団法人 鉄道総合技術研究所内

F ターム(参考) 2G052 AA16 AD32 EB11 FD08 FD09