

(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2013-237585

(P2013-237585A)

(43) 公開日 平成25年11月28日(2013.11.28)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
CO1B 39/46 (2006.01)	CO1B 39/46	4G073
CO4B 14/04 (2006.01)	CO4B 14/04	Z 4G112
CO4B 28/02 (2006.01)	CO4B 28/02	

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2012-111219 (P2012-111219)	(71) 出願人	591100563
(22) 出願日	平成24年5月15日 (2012.5.15)		栃木県
特許法第30条第2項適用申請有り 無機マテリアル学会第123回学術講演会講演要旨集, 無機マテリアル学会, 2011年11月17日 [刊行物等] 無機マテリアル学会第123回学術講演会, 無機マテリアル学会主催, アバンセ (佐賀県立男女共同センター・佐賀県立生涯学習センター), 2011年11月17日~11月18日 (特許庁注: 以下のものは登録商標) 1. テフロン	(71) 出願人	000173784	栃木県宇都宮市埴田1丁目1番20号
	(74) 代理人	100089635	公益財団法人鉄道総合技術研究所 東京都国分寺市光町二丁目8番地38
	(74) 代理人	100096426	弁理士 清水 守
	(72) 発明者		弁理士 川合 誠

最終頁に続く

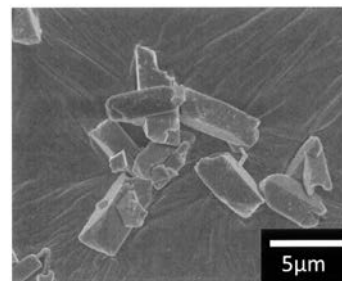
(54) 【発明の名称】 ABW型ゼオライト、それを用いたアルカリシリカ反応抑制材、およびそれらの製造方法

(57) 【要約】

【課題】 アスペクト比が5以下と小さく、その形態が流動性に優れた角柱形または紡錘形を有するABW型ゼオライト、それを用いたそれを用いたアルカリシリカ反応抑制材、およびそれらの製造方法を提供する。

【解決手段】 ABW型ゼオライトであって、リチウム以外の陽イオン含有率が1質量%以下であり、かつアスペクト比が5以下の結晶粒子からなる。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

リチウム以外の陽イオン含有率が 1 質量 % 以下であり、かつアスペクト比が 5 以下の結晶粒子からなることを特徴とする A B W 型ゼオライト。

【請求項 2】

請求項 1 記載の A B W 型ゼオライトにモルタルを加え、コンクリートのひび割れに注入可能にしてなることを特徴とするアルカリシリカ反応抑制材。

【請求項 3】

$M_{2/n} O \cdot Al_2 O_3 \cdot x Si O_2 \cdot y H_2 O$ 組成のゼオライトのうち、M にリチウム以外の陽イオンを含むゼオライトに、水酸化リチウム水溶液を加え、200 以下の温度で加熱することを特徴とする A B W 型ゼオライトの製造方法。

10

【請求項 4】

請求項 3 記載の A B W 型ゼオライトの製造方法において、ゼオライト A を出発原料とすることを特徴とする A B W 型ゼオライトの製造方法。

【請求項 5】

請求項 3 記載の A B W 型ゼオライトの製造方法において、ゼオライト X を出発原料とすることを特徴とする A B W 型ゼオライトの製造方法。

【請求項 6】

請求項 3 から 5 記載のいずれか一項記載の A B W 型ゼオライトの製造方法において、反応混合物の $Li_2 O / Al_2 O_3$ モル比が 1.0 ~ 3.5 で、加熱温度が 100 未満であることを特徴とする A B W 型ゼオライトの製造方法。

20

【請求項 7】

請求項 3 から 6 の何れか一項記載の A B W 型ゼオライトの製造方法によって得られる A B W 型ゼオライトにモルタルを加え、コンクリートのひび割れに注入可能にすることを特徴とするアルカリシリカ反応抑制材の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、A B W 型ゼオライト、それを用いたアルカリシリカ反応抑制材、およびそれらの製造方法に関するものである。

30

【背景技術】

【0002】

ゼオライトは、結晶性アルミノケイ酸塩であり、その組成式は、 $M_{2/n} O \cdot Al_2 O_3 \cdot x Si O_2 \cdot y H_2 O$ で表される。ここで、M は陽イオン、n は陽イオンの価数、 $x \geq 2$ 、 $y \geq 0$ である。ゼオライトは結晶構造による分類がなされており、A B W 型ゼオライトは、 3.8×3.4 オングストロームの酸素 8 員環から構成される 3 次元細孔構造を有し、国際ゼオライト学会において、A B W という構造コードで命名されている（非特許文献 1 参照）。A B W 型ゼオライトは、様々な組成のものが合成されているが（非特許文献 1 参照）、最も典型的なものは、 $Li_2 O \cdot Al_2 O_3 \cdot 2 Si O_2 \cdot 2 H_2 O$ 組成のリチウムアルミノシリケートである。

40

【0003】

一方、アルカリシリカ反応（A S R）は、コンクリート中の骨材の特定の鉱物とアルカリ性細孔溶液との間の化学反応によって、局所的に容積膨張が生じ、コンクリートにひび割れを生じさせるとともに、強度低下あるいは弾性の低下という物性の変化が生じる現象であり、道路・橋梁・トンネル・ビル等のコンクリート構造物の強度の低下をもたらすことから社会的な問題となっている。

【0004】

この対策としてリチウム型ゼオライトがアルカリシリカ反応抑制に有効なことが報告されている（非特許文献 2 参照）。かかるリチウム型ゼオライトとしてはこれまでに、A B W 型ゼオライトや E D I 型ゼオライトなどの合成が報告されているが、これらを製造する

50

ための原料としてアルミナゾルとシリカゾルの混合ゾル（非特許文献3参照）、天然の粘土鉱物であるカオリナイトを焼成し活性化したメタカオリン（特許文献1，非特許文献4，5，6参照）あるいは天然の粘土鉱物であるアロフェン（特許文献2参照）などが用いられている。これらの製造方法から得られたABW型ゼオライトは、いずれもアスペクト比が大きく、針状あるいは棒状の結晶形態をもっているため、セメントと混合したペースト材にすると流動性が低く、ひび割れ注入材として実用に供するには不適であった。

【0005】

従来のABW型ゼオライトは、メタカオリンなどのシリカ及びアルミナ、又はそれぞれ単独の成分を含む原料から製造されており、ゼオライト原料として汎用されている水ガラスなどナトリウムやカリウムのアルカリ成分を含む原料はほとんど用いられていない。

ナトリウムを含む系からの合成の報告は、メタカオリンに水酸化リチウムと水酸化ナトリウムあるいは水酸化カリウム溶液を加え加熱する方法が報告されている（非特許文献4参照）。しかしながら、得られるABW型ゼオライトは、針状結晶の凝集体であり、流動性に劣る形態であり、また、ナトリウムの含有量の記載がない。

【0006】

また、ナトリウム型ゼオライトA 10gに塩化リチウム10gを150mlの水に溶解した水溶液を加え、200℃で93時間反応するABW型ゼオライトの合成方法が報告されている（非特許文献7参照）。この方法で得られたABW型ゼオライトの組成は $Li_{1.02}Na_{0.004}AlSiO_4 \cdot 1.1H_2O$ であり、原料のナトリウムがほとんど生成物に含まれないが、形態は針状であると報告されている。しかしながら、200℃で93時間の反応は実用的ではない。また、原料に塩化物を用いており、生成物に塩化物を含有する可能性がある。塩化物はコンクリート構造物の鉄筋の錆発生を促進することから、ひび割れ注入材としては不適である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2009-227484号公報

【特許文献2】特開2008-247640号公報

【非特許文献】

【0008】

【非特許文献1】Atlas of Zeolite Framework Types, 6th ed., 2007, pp. 14~15

【非特許文献2】水野清，上原元樹，佐藤隆恒，松本泰治，後藤義昭、コンクリート構造物の補修、補強，アップグレード論文報告集，pp. 439-500（2011）

【非特許文献3】T. Matsumoto, T. Miyazaki, Y. Goto, J. Eur. Ceram. Soc., 26, pp. 455-458（2006）

【非特許文献4】R. M. Barrer, and D. E. Mainwaring, J. Chem. Soc. Dalton Trans., 1972, pp. 2534-2546（1972）

【非特許文献5】A. A. Kosorukov, L. G. Nadel, and A. S. Chirkov, Russian J. Inorg. Chem., 31, pp. 503-506（1986）

【非特許文献6】上原元樹，水野清，佐藤隆恒，松本泰治，後藤義昭、粘土科学、50、pp. 1-11（2011）

【非特許文献7】Verified Syntheses of Zeolitic Materials, 2nd Revised Ed. 2001, pp. 74-75

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

しかしながら、上述したように、ABW型ゼオライトをアルカリシリカ反応抑制材に供

10

20

30

40

50

するためには、ナトリウムやカリウムといったアルカリ成分を含まない原料に限定されていた。

また、従来の A B W 型ゼオライトは、その結晶構造が針状およびその凝縮体として生成されるため、セメントと混合した場合、流動性が劣り、コンクリートのひび割れ補修材としては適しておらず、実用的には E D I 型ゼオライトが使用されていた。

【 0 0 1 0 】

本発明は、上記状況に鑑み、アスペクト比が 5 以下と小さく、その形態が流動性に優れた角柱形または紡錘形を有する A B W 型ゼオライト、それを用いたアルカリシリカ反応抑制材、およびそれらの製造方法を提供することを目的とする。

また、本発明により提供する A B W 型ゼオライトは、その原料として、ゼオライト A などリチウム以外の陽イオンを含み、工業的に多量に使用され安価なゼオライトを原料としながらもアルカリ成分含有量が 1 質量 (m a s s) % 以下の A B W 型ゼオライトである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 1 】

本発明は、上記目的を達成するために、

〔 1 〕 A B W 型ゼオライトであって、リチウム以外の陽イオン含有率が 1 質量 % 以下であり、かつアスペクト比が 5 以下の結晶粒子からなることを特徴とする。

〔 2 〕 アルカリシリカ反応抑制材において、上記〔 1 〕記載の A B W 型ゼオライトにモルタルを加え、コンクリートのひび割れに注入可能にすることを特徴とする。

【 0 0 1 2 】

〔 3 〕 A B W 型ゼオライトの製造方法において、 $M_{2/n} O \cdot Al_2 O_3 \cdot x Si O_2 \cdot y H_2 O$ 組成のゼオライトのうち、M にリチウム以外の陽イオンを含むゼオライトに、水酸化リチウム水溶液を加え、200 以下の温度で加熱することを特徴とする。

〔 4 〕 上記〔 3 〕記載の A B W 型ゼオライトの製造方法において、ゼオライト A を出発原料とすることを特徴とする。

【 0 0 1 3 】

〔 5 〕 上記〔 3 〕記載の A B W 型ゼオライトの製造方法において、ゼオライト X を出発原料とすることを特徴とする。

〔 6 〕 上記〔 3 〕から〔 5 〕記載のいずれか一項記載の A B W 型ゼオライトの製造方法において、反応混合物の $Li_2 O / Al_2 O_3$ モル比が 1 . 0 ~ 3 . 5 で、加熱温度が 1 0 0 未満であることを特徴とする。

【 0 0 1 4 】

〔 7 〕 アルカリシリカ反応抑制材の製造方法において、上記〔 3 〕から〔 6 〕の何れか一項記載の A B W 型ゼオライトの製造方法によって得られる A B W 型ゼオライトにモルタルを加え、コンクリートのひび割れに注入可能にすることを特徴とする。

【発明の効果】

【 0 0 1 5 】

本発明によれば、次のような効果を奏することができる。

〔 1 〕 アルカリ成分含有量が 1 質量 % 以下であり、流動性に優れた角柱形あるいは紡錘形を有する A B W 型ゼオライトを提供することができる。

〔 2 〕 その A B W 型ゼオライトにモルタルを加えたものはコンクリートのひび割れに注入するコンクリートアルカリシリカ反応抑制材 (反応補修材) として好適である。

【 0 0 1 6 】

〔 3 〕 ゼオライト A など安価な汎用ゼオライトを原料とすることが可能となり、かつ 1 0 0 未満の大気圧下での合成を可能としたことで、オートクレーブ等の耐圧容器を必要としないことから、低い合成コストで提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 7 】

【図 1】本発明の実施例 1 における、ナトリウム型ゼオライト A を水酸化リチウム溶液と反応して得られた生成物の X 線回折図である。

10

20

30

40

50

【図2】本発明の実施例2における、ナトリウム型ゼオライトAから得られたABW型ゼオライトのX線回折図である。

【図3】図2にX線回折図として示したABW型ゼオライトの図面代用走査型電子顕微鏡写真である。

【図4】本発明の実施例3における、ナトリウム型ゼオライトAから得られたABW型ゼオライトのX線回折図である。

【図5】図4にX線回折図として示したABW型ゼオライトの図面代用走査型電子顕微鏡写真である。

【図6】本発明の実施例4における、ナトリウム型ゼオライトAから得られたABW型ゼオライトのX線回折図である。

10

【図7】図6にX線回折図として示したABW型ゼオライトの図面代用走査型電子顕微鏡写真である。

【図8】本発明の実施例5における、ナトリウム型ゼオライトXから得られたABW型ゼオライトのX線回折図である。

【図9】図8にX線回折図として示したABW型ゼオライトの図面代用走査型電子顕微鏡写真である。

【図10】本発明の実施例6における、ナトリウム型ゼオライトAから得られたABW型ゼオライトのX線回折図である。

【図11】図10にX線回折図として示したABW型ゼオライトの図面代用走査型電子顕微鏡写真である。

20

【発明を実施するための形態】

【0018】

ABW型ゼオライトであって、リチウム以外の陽イオン含有率が1質量%以下であり、かつアスペクト比が5以下の結晶粒子からなる。

まず、本発明において、原料として用いるゼオライトは、アルミノケイ酸塩であればよく、特に限定されるものではない。また、合成ゼオライトと天然ゼオライトのどちらでも良い。しかし、ABW型ゼオライトの SiO_2 / Al_2O_3 モル比が約2であることから、高アルミナ組成のものが良い。特に、ゼオライトA及びゼオライトXは、洗剤用ビルダーや吸着剤として、工業的に広く利用されているため安価であり好適である。原料ゼオライトに含まれる陽イオンは、ナトリウムやカリウムなど単一の種類でも、複数の陽イオンを含んでいてもどちらでもよい。もちろんリチウムを含んでいても差し支えない。

30

【0019】

原料ゼオライトに水酸化リチウム水溶液を加え、20 ~ 200 の温度で合成反応することにより、ABW型ゼオライトが生成する。ゼオライト/水酸化リチウム水溶液は、1g / 5 ~ 50mlでABW型ゼオライトが得られるが、溶液量が多くなると単位容積バッチあたりの生成量が少なくなるため、1g / 5 ~ 20mlが望ましい。

Li_2O / Al_2O_3 モル比は0.5 ~ 5.0の範囲でABW型ゼオライトが生成するが、低濃度および高濃度の水酸化リチウム溶液を使用した場合、カンクリナト型ゼオライトが共生するため、1.0より大きく3.5より小さいことが好ましい。

【0020】

反応温度は20 ~ 200 の範囲でABW型ゼオライトが生成するが、低温では反応時間が著しく長くなり、また、100 を超える高温ではオートクレープ等の耐圧反応容器が必要となるため、経済的でない。したがって、反応温度は50 以上、100 未満が好適である。

40

【実施例】

【0021】

以下、本発明の実施の形態について詳細に説明する。

まず、本発明において、原料として用いるゼオライトは、アルミノケイ酸塩であればよく、特に限定されるものではない。また、合成ゼオライトと天然ゼオライトのどちらでも良い。しかし、ABW型ゼオライトの SiO_2 / Al_2O_3 モル比が約2であることから

50

、高アルミナ組成のものが良い。特に、ゼオライト A 及びゼオライト X は、洗剤用ビルダーや吸着剤として、工業的に広く利用されているため安価であり好適である。原料ゼオライトに含まれる陽イオンは、ナトリウムやカリウムなど単一の種類でも、複数の陽イオンを含んでいてもどちらでもよい。もちろんリチウムを含んでいても差し支えない。

【0022】

原料ゼオライトに水酸化リチウム水溶液を加え、20 ~ 200 の温度で合成反応することにより、ABW型ゼオライトが生成する。ゼオライト/水酸化リチウム水溶液は、1g/5 ~ 50ml で ABW 型ゼオライトが得られるが、溶液量が多くなると単位容積バッチあたりの生成量が少なくなるため、1g/5 ~ 20ml が望ましい。

Li_2O/Al_2O_3 モル比は 0.5 ~ 5.0 の範囲で ABW 型ゼオライトが生成するが、低濃度および高濃度の水酸化リチウム溶液を使用した場合、カンクリナイト型ゼオライトが共生するため、1.0 より大きく 3.5 より小さいことが好ましい。

10

【0023】

反応温度は 20 ~ 200 の範囲で ABW 型ゼオライトが生成するが、低温では反応時間が著しく長くなり、また、100 を超える高温ではオートクレープ等の耐圧反応容器が必要となるため、経済的でない。したがって、反応温度は 50 以上、100 未満が好適である。

【0024】

〔実施例 1〕

純水 14.5 ml に、水酸化リチウム一水和物 0.26、0.39、0.52、0.65、0.78 および 0.91 g を溶解し、水酸化リチウム溶液を調整した。この溶液と粉末状ナトリウム型ゼオライト A〔東ソー(株)製、ゼオラム A-4〕1.1 g を混合し、 $Li_2O/Al_2O_3 = 1.0$ 、1.5、2.0、2.5、3.0 および 3.5、 $SiO_2/Al_2O_3 = 2.0$ 、 $H_2O/Al_2O_3 = 275$ 、 $Li_2O/Na_2O = 1.0$ 、1.5、2.0、2.5、3.0 および 3.5 の反応混合物を得た。この反応混合物を 30 ml のテフロン製密閉容器に入れて、100 で 24 時間加熱した。生成物をろ過、蒸留水で洗浄し粉末試料を得た。

20

この生成物の X 線回折図を図 1 に示す。すべての生成物に ABW 型ゼオライトが認められ、 $Li_2O/Al_2O_3 = 1.5$ 、2.0、2.5、3.0 の混合物からは、不純物を含まない単相の ABW 型ゼオライトが得られた。一方、 $Li_2O/Al_2O_3 = 1.0$ および 3.5 の混合物からは、ABW 型ゼオライトとともにカンクリナイト型ゼオライトも共生した。

30

【0025】

〔実施例 2〕

純水 14.5 ml に、水酸化リチウム一水和物 0.65 g を溶解し、水酸化リチウム溶液を調整した。この溶液と粉末状ナトリウム型ゼオライト A〔東ソー(株)製、ゼオラム A-4〕1.1 g を混合し、 $Li_2O/Al_2O_3 = 2.5$ 、 $SiO_2/Al_2O_3 = 2.0$ 、 $H_2O/Al_2O_3 = 275$ 、 $Li_2O/Na_2O = 2.5$ の反応混合物を得た。この反応混合物を 30 ml のテフロン製密閉容器に入れて、90 で 24 時間加熱した。生成物をろ過、蒸留水で洗浄し粉末試料を得た。

40

この生成物の X 線回折図を図 2 に示す。不純物を含まない単相の ABW 型ゼオライトが得られた。その SEM 像を図 3 に示す。粒子形は角柱形または紡錘形であり、アスペクト比は平均 2.2 であった。また、ナトリウム含有量は 0.16 質量% であった。

【0026】

〔実施例 3〕

純水 14.5 ml に、水酸化リチウム一水和物 0.52 g を溶解し、水酸化リチウム溶液を調整した。この溶液と粉末状ナトリウム型ゼオライト A〔東ソー(株)製、ゼオラム A-4〕1.1 g を混合し、 $Li_2O/Al_2O_3 = 2.0$ 、 $SiO_2/Al_2O_3 = 2.0$ 、 $H_2O/Al_2O_3 = 275$ 、 $Li_2O/Na_2O = 2.0$ の反応混合物を得た。この反応混合物を 30 ml のテフロン製密閉容器に入れて、90 で 24 時間加熱した。

50

生成物をろ過、蒸留水で洗浄し粉末試料を得た。

この生成物のX線回折図を図4に示す。不純物を含まない単相のABW型ゼオライトが得られた。そのSEM像を図5に示す。粒子形は角柱形または紡錘形であり、アスペクト比は平均3.2であった。また、ナトリウム含有量は0.16質量%であった。

【0027】

〔実施例4〕

純水14.5mlに、水酸化リチウム一水和物0.65gを溶解し、水酸化リチウム溶液を調整した。この溶液と粉末状ナトリウム型ゼオライトA〔東ソー(株)製、ゼオラムA-4〕1.1gを混合し、 $Li_2O/Al_2O_3 = 2.5$ 、 $SiO_2/Al_2O_3 = 2.0$ 、 $H_2O/Al_2O_3 = 275$ 、 $Li_2O/Na_2O = 2.5$ の反応混合物を得た。この反応混合物を30mlのテフロン製密閉容器に入れて、80℃で24時間加熱した。生成物をろ過、蒸留水で洗浄し粉末試料を得た。

10

この生成物のX線回折図を図6に示す。不純物を含まない単相のABW型ゼオライトが得られた。そのSEM像を図7に示す。粒子形は角柱形又は紡錘形であり、アスペクト比は平均2.2であった。また、ナトリウム含有量は0.24質量%であった。

【0028】

〔実施例5〕

純水14.3mlに、水酸化リチウム一水和物0.64gを溶解し、水酸化リチウム溶液を調整した。この溶液と粉末状ナトリウム型ゼオライトX〔東ソー(株)製、ゼオラムF-9〕1.2gを混合し、 $Li_2O/Al_2O_3 = 2.5$ 、 $SiO_2/Al_2O_3 = 2.5$ 、 $H_2O/Al_2O_3 = 275$ 、 $Li_2O/Na_2O = 2.5$ の反応混合物を得た。この反応混合物を30mlのテフロン製密閉容器に入れて、90℃で72時間加熱した。生成物をろ過、蒸留水で洗浄し粉末試料を得た。

20

この生成物のX線回折図を図8に示す。不純物を含まない単相のABW型ゼオライトが得られた。そのSEM像を図9に示す。粒子形は角柱形または紡錘形であり、アスペクト比は平均3.6であった。

【0029】

〔実施例6〕

粉末状ナトリウム型ゼオライトA〔東ソー(株)製、ゼオラムA-4〕に1モル濃度の塩化カリウム溶液を加え、イオン交換処理をすることによりカリウム型ゼオライトAを調整した。試料純水14.3mlに、水酸化リチウム一水和物の0.65gを溶解し、水酸化リチウム溶液を調整した。この溶液とカリウム型ゼオライトA1.2gを混合し、 $Li_2O/Al_2O_3 = 2.0$ 、 $SiO_2/Al_2O_3 = 2.0$ 、 $H_2O/Al_2O_3 = 275$ 、 $Li_2O/K_2O = 2.0$ の反応混合物を得た。この反応混合物を30mlのテフロン製密閉容器に入れて、90℃で24時間加熱した。生成物をろ過、蒸留水で洗浄し粉末試料を得た。

30

この生成物のX線回折図を図10に示す。不純物としてリンデFゼオライトをわずかに含むABW型ゼオライトが得られた。そのSEM像を図11に示す。粒子形は角柱形または紡錘形であり、アスペクト比は平均2.3であった。

上記から明らかなように、本発明のABW型ゼオライトは、アスペクト比が5以下と小さく、その形態が流動性が優れた角柱形あるいは紡錘形の結晶形態で、かつ凝集の少ない単独粒子からなる。

40

【0030】

また、その原料として粉末状ナトリウム型ゼオライトAまたは粉末状ナトリウム型ゼオライトXなどのリチウム以外の陽イオンを含み、工業的に多量に使用され、安価なゼオライトを使用しながらも、アルカリ成分含有量が1質量%以下である。ABW型ゼオライトの製造(合成)方法を提供する。

具体的には、原料ゼオライトに水酸化リチウム水溶液を加え、20℃~200℃の温度で合成することにより、ABW型ゼオライトを生成する。

【0031】

50

また、本発明の A B W 型ゼオライトをセメントモルタルと混合しペースト材とすることで、良好なアルカリシリカ反応抑制材とすることができる。本発明の A B W 型ゼオライトは粒子形が角柱形または紡錘形であり、凝集の少ない単独粒子であって、本発明のアルカリシリカ反応抑制材はコンクリートのひび割れへの注入性に優れている。

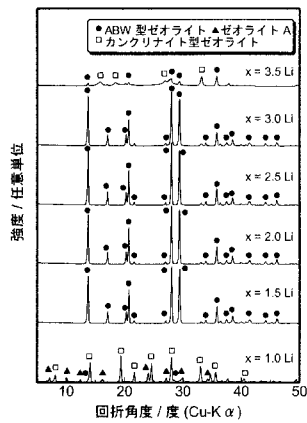
なお、本発明は上記実施例に限定されるものではなく、本発明の趣旨に基づき種々の変形が可能であり、これらを本発明の範囲から排除するものではない。

【産業上の利用可能性】

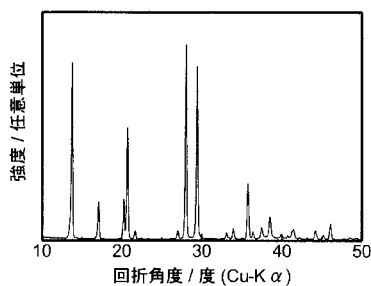
【0032】

本発明の A B W 型ゼオライトは、リチウム以外の陽イオン含有率が 1 質量 % 以下であり、かつアスペクト比が 5 以下の結晶粒子からなるアルカリシリカ反応抑制材として利用可能である。

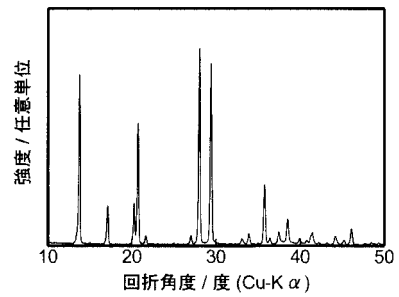
【図 1】



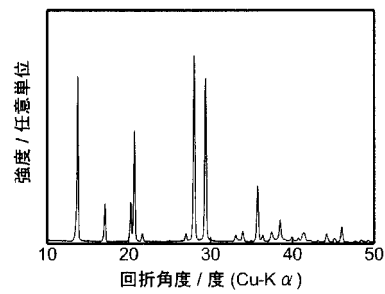
【図 2】



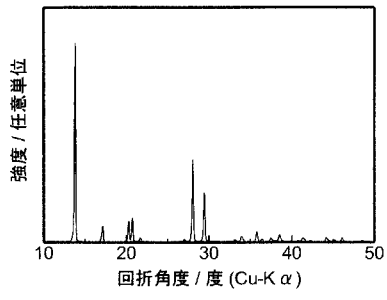
【図 4】



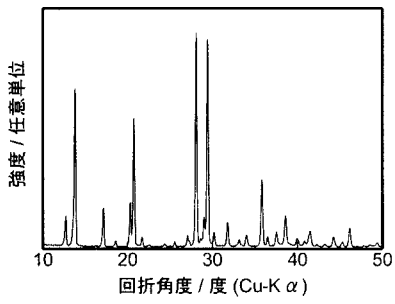
【図 6】



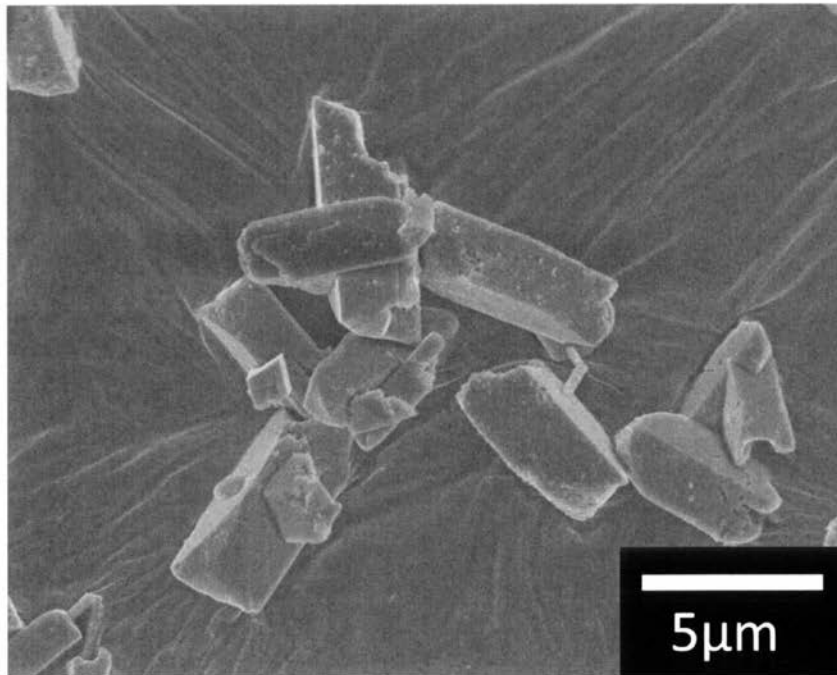
【 图 8 】



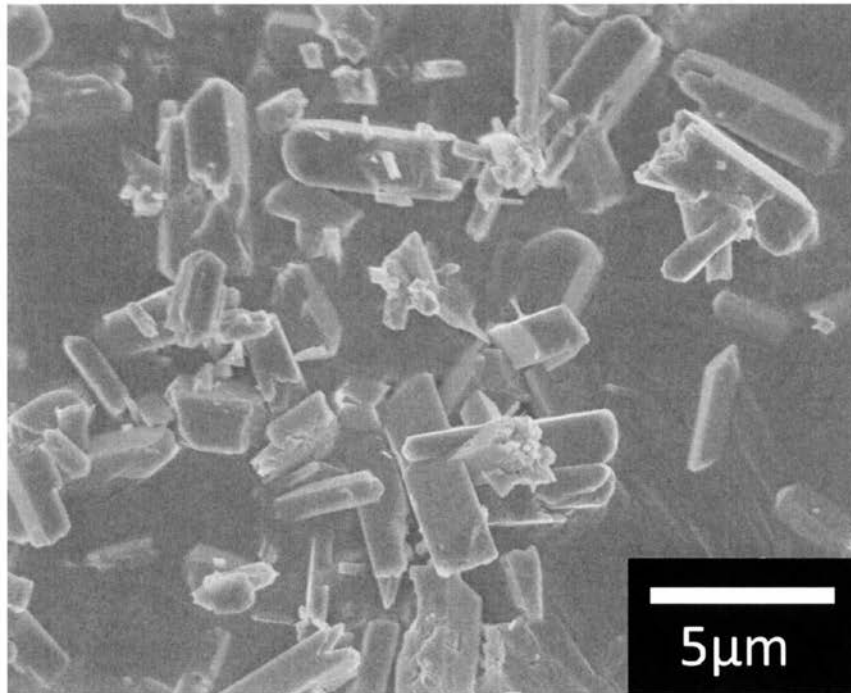
【 图 1 0 】



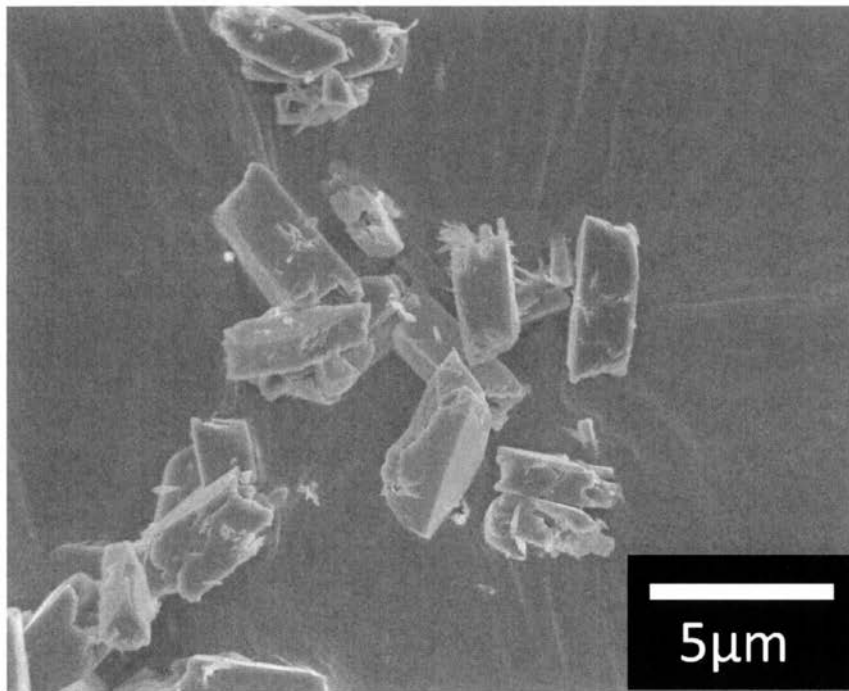
【 图 3 】



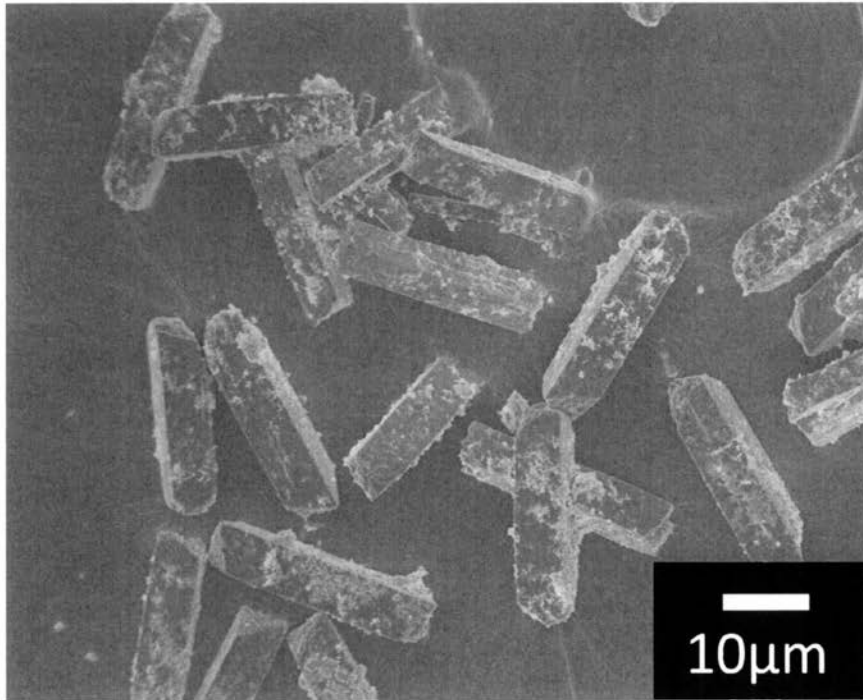
【 図 5 】



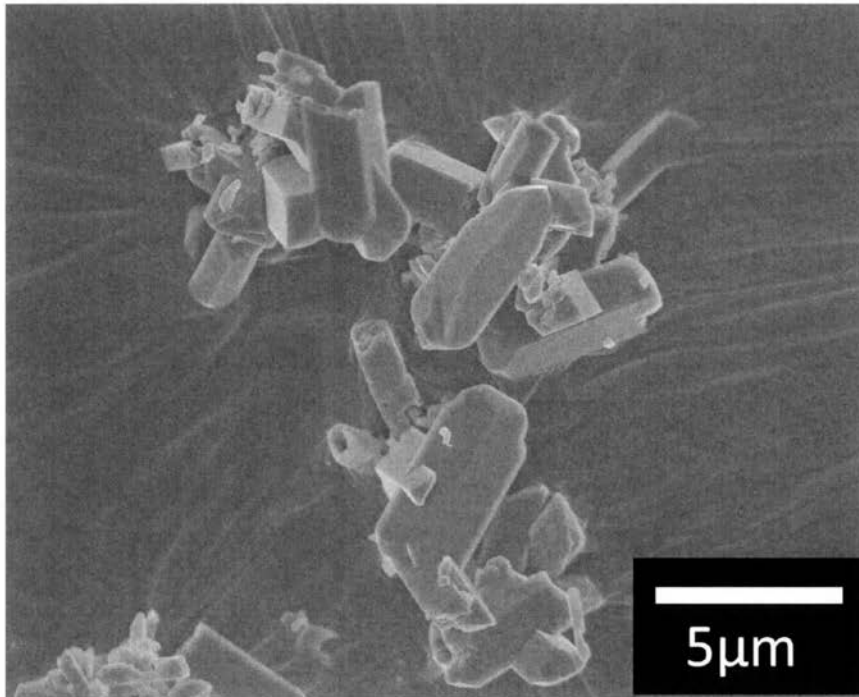
【 図 7 】



【 図 9 】



【 図 11 】



フロントページの続き

(72)発明者 松本 健一

栃木県宇都宮市刈沼町3 6 7 番地 1 栃木県産業技術センター内

(72)発明者 水野 清

東京都国分寺市光町二丁目 8 番地 3 8 公益財団法人鉄道総合技術研究所内

(72)発明者 上原 元樹

東京都国分寺市光町二丁目 8 番地 3 8 公益財団法人鉄道総合技術研究所内

(72)発明者 後藤 義昭

滋賀県大津市仰木の里東 8 - 3 - 1 7

F ターム(参考) 4G073 BA02 BA03 BA04 BA75 BD21 CZ02 CZ04 CZ41 FA11 FB04

FB30 FB36 FC04 FC25 FC30 GA03 GA40 GB02 UB07 UB60

4G112 PA03