明　細　書

発明の名称 ：

バテライト型結晶構造を有する炭酸カルシウムの製造促進剤

技術分野

[0001] 本発明は、バテライト型結晶構造を有する炭酸カルシウムの製造促進剤に関する。より詳しくは、炭酸カルシウムコンクリートの製造等に有用なバテライト型結晶構造を有する炭酸カルシウムの製造促進剤に関する。

背景技術

[0002] セメント産業が排出するCO_2量は全産業が排出するCO_2の８％程度を占め、セメント産業の分野で排出されるCO_2量を削減することは重要な課題である。

CO_2排出削減の方策の１つとして、排出されたCO_2を回収し、回収したCO_2をセメントに注入してコンクリートを製造する技術が開発されている。CO_2はセメント中のカルシウム成分と反応して炭酸カルシウムとして固定化され、このようにして得られるコンクリートは強度に優れるため、通常のコンクリートを製造する場合よりもセメントの使用量を低減することができる。

また、CO_2排出削減の方策として、廃コンクリートやコンクリートスラッジ等の廃棄物を原料として、原料中のカルシウムにCO_2を反応させてコンクリートを製造する技術も近年注目されている。

[0003] 炭酸カルシウムはカルサイト、アラゴナイト、バテライトの３つの結晶構造のいずれかで存在する。

水酸化カルシウムスラリーやセメントスラリー等のカルシウムスラリーに二酸化炭素を反応させると、通常は熱力学的に安定な炭酸カルシウムとしてカルサイトが生成するが、非特許文献１では、水酸化カルシウムに対して、アミノ基やカルボキシル基を有する有機化合物を添加し、水系で炭酸化処理することにより、バテライトを合成することが報告されている。

また、特許文献１には、所定の条件下で、酸化物形および／または水酸化物

形のカルシウムを含有する粒子混合物を有機アミンの酸性塩を含有する反応媒体で処理してバテライトを製造する方法が開示されている。

[0004] 熱力学的に不安定なバテライトをマグネシウム塩の存在下で加熱するとアラゴナイトに転移することが知られている。アラゴナイトに関して、非特許文献２では、コンクリート中でアラゴナイトが生成することで当該コンクリートの強度が向上することが報告されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特表平０５－５０９２８２号公報

非特許文献

[0006] 非特許文献1：Ｉ．ＭＡＴＳＵＳＨＩＴＡ他４名「ジャーナルオブザセラミックソサエティオブジャパン（Ｊｏｕｒｎａｌ　ｏｆ　ｔｈｅ　Ｃｅｒａｍｉｃ　Ｓｏｃｉｅｔｙ　ｏｆ　Ｊａｐａｎ）」（日本）１９９６年、第１０４巻、ｐ１０８１－１０８４

非特許文献2：Ｎ．Ｋ．Ｂｕｉ他７名「ジャーナルオブアドバンストコンクリートテクノロジー（Ｊｏｕｒｎａｌ　ｏｆ　Ａｄｖａｎｃｅｄ　Ｃｏｎｃｒｅｔｅ　Ｔｅｃｈｎｏｌｏｇｙ）」（日本）２０２２年、第２０巻、ｐ６９１－７０２

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 従来、CO_2排出削減のために、セメントに二酸化炭素を固定化する技術や廃コンクリート等を再利用したコンクリートの利用の拡大が求められている。一方で、建築材料として使用できるコンクリートには強度に優れることも求められている。

[0008] 本発明は、上記現状に鑑みてなされたものであり、CO_2排出量を削減しつつ、充分な強度を有するコンクリート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

[0009] 本発明者は、廃コンクリート等と二酸化炭素とを原料として得られるコンクリートの強度を高める方法について種々検討したところ、二酸化炭素を吸収したコンクリートに含まれる炭酸カルシウムの結晶構造がコンクリートの強度に影響することに着目した。

そして本発明者は、廃コンクリート等のケイ酸カルシウム水和物を所定量以上含む原料に二酸化炭素を反応させる際に、アミノ基を複数有する化合物を用いることで、バテライト型結晶構造を有する炭酸カルシウムが高い割合で製造されることを見いだし、これを加熱することでバテライト型炭酸カルシウムがアラゴナイト型に転移し、高強度のコンクリートが得られることを見出した。

上述のとおり、水酸化カルシウムや酸化カルシウムを原料としてバテライトを合成する方法は知られているものの、廃コンクリート等を原料としてバテライト型炭酸カルシウムを製造することについてはこれまで報告されていない。

このように、上記課題をみごとに解決することができることに想到し、本発明に到達したものである。

[0010] 本発明は、以下のバテライト型結晶構造を有する炭酸カルシウムの製造促進剤等を包含する。

〔１〕バテライト型結晶構造を有する炭酸カルシウムの製造を促進する剤であって、該促進剤は、アミノ基を複数有する化合物を含み、ケイ酸カルシウム水和物を５質量％以上含む組成物に二酸化炭素を反応させる際に用いられる、バテライト型結晶構造を有する炭酸カルシウムの製造促進剤。

〔２〕上記組成物は、コンクリートスラッジ、水硬性セメント硬化体及びケイ酸カルシウム板からなる群より選択される少なくとも１種を含む、上記〔１〕に記載のバテライト型結晶構造を有する炭酸カルシウムの製造促進剤。

〔３〕上記アミノ基を複数有する化合物は、エチレンジアミン及び／又はポリエチレンイミンである、上記〔１〕又は〔２〕に記載のバテライト型結晶構造を有する炭酸カルシウムの製造促進剤。

〔４〕バテライト型炭酸カルシウムとアミノ基を複数有する化合物とケイ素含有化合物とを含む組成物であって、該バテライト型炭酸カルシウムの含有割合が組成物１００質量％に対して３質量％以上である、バテライト型炭酸カルシウム含有組成物。

〔５〕バテライト型結晶構造を有する炭酸カルシウムを製造する方法であって、該製造方法は、アミノ基を複数有する化合物の存在下でケイ酸カルシウム水和物を含む組成物に二酸化炭素を供給する炭酸化工程を含み、該組成物中のケイ酸カルシウム水和物の含有割合が、組成物１００質量％に対して５質量％以上である、バテライト型結晶構造を有する炭酸カルシウムの製造方法。

〔６〕上記炭酸化工程を湿式で行う、上記〔５〕に記載のバテライト型結晶構造を有する炭酸カルシウムの製造方法。

〔７〕炭酸カルシウムのアラゴナイト型結晶構造への転移を促進する方法であって、該転移促進方法は、アミノ基を複数有する化合物の存在下でケイ酸カルシウム水和物を含む組成物に二酸化炭素を供給する炭酸化工程と該炭酸化工程で得られた組成物を加熱する工程とを含み、該炭酸化工程に用いる組成物中のケイ酸カルシウム水和物の含有割合が、組成物１００質量％に対して５質量％以上である、炭酸カルシウムのアラゴナイト型転移促進方法。

〔８〕上記炭酸化工程を湿式で行う、上記〔７〕に記載の炭酸カルシウムのアラゴナイト型転移促進方法。

〔９〕炭酸カルシウムコンクリートを製造する方法であって、該製造方法は、アミノ基を複数有する化合物の存在下でケイ酸カルシウム水和物を含む組成物に二酸化炭素を供給する炭酸化工程と該炭酸化工程で得られた組成物を加熱する工程とを含み、該炭酸化工程に用いる組成物中のケイ酸カルシウム水和物の含有割合が、組成物１００質量％に対して５質量％以上である、炭酸カルシウムコンクリートの製造方法。

〔１０〕上記炭酸化工程を湿式で行う、上記〔９〕に記載の炭酸カルシウムコンクリートの製造方法。

〔１１〕上記炭酸カルシウムコンクリートの製造方法で得られるコンクリートの圧縮強度が１ＭＰａ以上である、上記〔９〕又は〔１０〕に記載の炭酸カルシウムコンクリートの製造方法。

発明の効果

[0011] 本発明のバテライト型結晶構造を有する炭酸カルシウムの製造促進剤は、上述の構成よりなり、ケイ酸カルシウム水和物を５質量％以上含む組成物に二酸化炭素を反応させる際に用いることで、バテライト型結晶構造を有する炭酸カルシウムの製造が促進される。このようにして得られたバテライト型炭酸カルシウムをコンクリートの原料として用いることで、コンクリート中でアラゴナイトが生成し、コンクリートの強度を高めることができるため、コンクリートの製造等に好適に用いることができる。

発明を実施するための形態

[0012] 以下に本発明の好ましい形態について具体的に説明するが、本発明は以下の記載のみに限定されるものではなく、本発明の要旨を変更しない範囲において適宜変更して適用することができる。なお、以下に記載される本発明の個々の好ましい形態を２又は３以上組み合わせた形態も、本発明の好ましい形態に該当する。

[0013] 〔バテライト型炭酸カルシウム製造促進剤〕

本発明のバテライト型結晶構造を有する炭酸カルシウムの製造促進剤（以下、バテライト型炭酸カルシウム製造促進剤、又は、単に促進剤ともいう。）は、アミノ基を複数有する化合物を含むものであり、ケイ酸カルシウム水和物を５質量％以上含む組成物に二酸化炭素を反応させる際に用いられることを特徴とする。

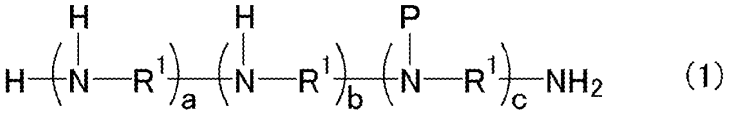
ケイ酸カルシウム水和物（以下、ＣＳＨともいう。）を５質量％以上含む組成物に二酸化炭素を反応させる際に、上記促進剤を用いることで、バテライト型結晶構造を有する炭酸カルシウムを高い割合で製造することができる。ＣＳＨは、コンクリートの主要硬化成分であり、水への溶解度が低いこともあり、ケイ酸カルシウム水和物を原料にバテライト型炭酸カルシウムを高い

割合で製造することができることは、当業者が予測できない効果であり、この点において、本発明は特に技術的意義が大きい。

[0014] 上記アミノ基を複数有する化合物（以下、ポリアミン化合物ともいう。）は、１級アミノ基、２級アミノ基、３級アミノ基、４級アンモニウム基及びイミノ基からなる群より選択される窒素原子含有基を２以上有する化合物であればよい。

ポリアミン化合物として、好ましくは下記式（１）；

[0015] [化1]



（1）

[0016] 式（１）中、R^1は、同一又は異なって、炭素原子数２～６の直鎖アルキレン基、又は、炭素原子数３～６の分岐アルキレン基を表す。Ｐは、同一又は異なって、水素原子、又は、分岐による別のアミノ基を有する構造単位を表す。ａ、ｂ及びｃは、同一又は異なって、０又は１以上の整数を表し、ａ、ｂ、ｃの合計が１以上である。

[0017] 上記式（１）のＰが別のアミノ基を有する構造単位である場合、該別のアミノ基を有する構造単位は、下記式（２）で表されるものであることが好ましく、$R^{1'}$基を介して式（１）で表される構造に結合することが好ましい。

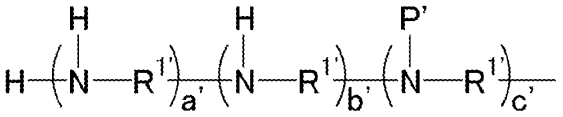
上記炭素原子数２～６の直鎖アルキレン基としては、例えば、エチレン基、ｎ－プロピレン基、ｎ－ブチレン基、ｎ－ペンチレン基、ｎ－ヘキシレン基等が挙げられる。

上記炭素原子数３～６の分岐アルキレン基としては、例えば、イソプロピレン基、イソブチレン基、ｓｅｃ－ブチレン基、ｔｅｒｔ－ブチレン基、イソペンチレン基、ネオペンチレン基等が挙げられる。

上記R^1として好ましくは、エチレン基、ｎ－プロピレン基、ｎ－ブチレン基、イソプロピレン基、イソブチレン基等であり、より好ましくはエチレン基、ｎ－ブチレン基であり、更に好ましくはエチレン基である。

[0018]

[化2]



(2)

[0019] （式（２）中、ａ’、ｂ’、ｃ’、Ｐ’、Ｒ$^{1'}$はそれぞれ式（１）のａ、ｂ、ｃ、Ｐ、Ｒ^{1}と同様である。）

[0020] 上記ポリアミン化合物におけるアミノ基の数は２以上であれば特に制限されないが、２～６０であることが好ましい。より好ましくは２～３０であり、更に好ましくは２～２０であり、特に好ましくは２～１５である。

[0021] 上記ポリアミン化合物として具体的には例えば、エチレンジアミン、ジエチレントリアミン、トリエチレンテトラミン、テトラエチレンペンタミン、テトラブチレンペンタミン、ペンタエチレンヘキサミン、ヘキサエチレンヘプタミン等のポリアルキレンポリアミン；ポリエチレンイミン等のポリアルキレンイミン；ポリアミドアミン；ポリビニルアミン；ポリアリルアミン；Ｎ，Ｎ，Ｎ’，Ｎ’－テトラメチルエチレンジアミン、Ｎ，Ｎ，Ｎ’，Ｎ’’，Ｎ’’－ペンタメチルジエチレントリアミン等のＮ－アルキルポリアルキレンポリアミン；２－メチルピペラジン等の複素環式ポリアミン等が挙げられる。

上記ポリアミン化合物としてより好ましくはポリアルキレンポリアミン、ポリアルキレンイミンであり、更に好ましくはポリエチレンポリアミン、ポリエチレンイミンであり、特に好ましくはエチレンジアミン、ジエチレントリアミン、トリエチレンテトラミン、テトラエチレンペンタミン、ペンタエチレンヘキサミン、ポリエチレンイミンである。

[0022] 上記ポリアルキレンポリアミン化合物の分子量としては特に制限されないが、５０～１０００であることが好ましい。より好ましくは５０～５００であり、更に好ましくは５０～３００である。

また、上記ポリアミン化合物がポリアルキレンイミンの場合、重量平均分子量が６００以上であることが好ましい。また、上記ポリアルキレンイミンの重量平均分子量として好ましくは１００万以下であり、より好ましくは６００～１０万であり、更に好ましくは６００～１万である。ポリアミドアミン

、ポリビニルアミン及びポリアリルアミンの場合もポリアルキレンイミンと同様の分子量範囲であることが好ましい。

ポリアルキレンイミンの重量平均分子量は、ＧＰＣ分析法により測定することができる。

[0023] 上記促進剤における上記ポリアミン化合物の含有割合は特に制限されないが、上記促進剤１００質量％に対して、０．０１～１００質量％であることが好ましい。より好ましくは１０～１００質量％であり、更に好ましくは５０～１００質量％であり、特に好ましくは７０～１００質量％であり、最も好ましくは１００質量％である。

[0024] 上記促進剤は、ポリアミン化合物以外のその他の成分を含んでいてもよい。その他の成分としては特に制限されないが、例えば、ポリエチレングリコール誘導体等が挙げられる。

上記その他の成分の割合は、特に制限されないが、上記促進剤１００質量％に対して、０～９９質量％であることが好ましい。より好ましくは０～５０質量％であり、更に好ましくは０～３０質量％であり、特に好ましくは０～１０質量％であり、最も好ましくは０質量％である。

[0025] 上記促進剤は、ケイ酸カルシウム水和物を５質量％以上含む組成物に対して用いられる。

上記組成物は、ＣＳＨを５質量％以上含むものであればよいが、ＣＳＨの含有割合として好ましくは、組成物１００質量％に対して、５～１００質量％であり、より好ましくは１０～８０質量％であり、更に好ましくは２０～７０質量％である。

上記ＣＳＨを５質量％以上含む組成物として具体的には、コンクリートスラッジ、フレッシュコンクリート、水硬性セメント硬化体、ケイ酸カルシウム板等が挙げられる。

上記組成物が、コンクリートスラッジ、フレッシュコンクリート、水硬性セメント硬化体、ケイ酸カルシウム板からなる群より選択される少なくとも１種を含む形態は、本発明の好ましい実施形態の１つである。

上記フレッシュコンクリートとしては、廃棄対象のフレッシュコンクリート、例えば、残コンクリート、残モルタル、戻りコンクリート、戻りモルタル等が挙げられる。上記水硬性セメント硬化体としては、廃コンクリート、廃モルタル、例えば、コンクリートガラ、コンクリートくず、廃ＡＬＣパネル等が挙げられる。中でも好ましくはコンクリートスラッジ、残コンクリート、戻りコンクリート、廃コンクリートである。

[0026] 〔バテライト型炭酸カルシウム含有組成物〕

本発明は、バテライト型炭酸カルシウムとアミノ基を複数有する化合物とケイ素含有化合物とを含む組成物であって、該バテライト型炭酸カルシウムの含有割合が組成物１００質量％に対して３質量％以上である、バテライト型炭酸カルシウム含有組成物でもある。

上記バテライト型炭酸カルシウムは、加熱によりアラゴナイト型に転移するため、バテライト型炭酸カルシウムを多く含む組成物を加熱処理することでアラゴナイト型炭酸カルシウムを多く含む組成物を製造することができる。アラゴナイト型炭酸カルシウムは、コンクリートの強度の向上に寄与するため、従来の再生骨材としてだけではなく、コンクリートのペーストとしても有用である。

また、バテライト型炭酸カルシウムは、ポリカルボン酸系分散剤等のセメント添加剤により容易に流動化可能であることからも、コンクリートの原料として有用である。

[0027] 上記組成物中のバテライト型炭酸カルシウムの含有割合は、組成物１００質量％に対して３質量％以上であればよいが、好ましくは５質量％以上であり、より好ましくは３０質量％以上であり、更に好ましくは５０質量％以上である。

上記バテライト型炭酸カルシウムの含有割合は、ＸＲＤのピーク強度に基づき算出することができる。

[0028] 上記組成物中のバテライト型炭酸カルシウムは、ＢＥＴ比表面積が０．１～５００ｍ^2／ｇであることが好ましい。より好ましくは１～１００ｍ^2／ｇで

あり、更に好ましくは１０～７０ｍ^2／ｇである。

ＢＥＴ比表面積は、実施例に記載の方法により測定することができる。

[0029] 上記組成物中のアミノ基を複数有する化合物（ポリアミン化合物）の具体例及び好ましい態様は上述のとおりである。

また、上記組成物中のポリアミン化合物の含有割合は、特に制限されないが、バテライト型炭酸カルシウム１００質量％に対して０．０１～１００質量％であることが好ましい。より好ましくは０．０１～１０質量％であり、更に好ましくは０．０１～５質量％であり、特に好ましくは０．０１～１質量％であり、最も好ましくは０．０１質量％である。

[0030] 組成物中のポリアミン化合物の含有割合としては、特に制限されないが、組成物中のカルシウム元素１００質量％に対して０．００１～４０質量％であることが好ましい。より好ましくは０．０１～２０質量％であり、更に好ましくは０．０５～１０質量％であり、特に好ましくは０．１～５質量％であり、最も好ましくは０．３～２．５質量％である。

[0031] 上記組成物中のケイ素含有化合物は、ケイ素元素を含むものであれば特に制限されないが、例えば、ケイ酸三カルシウム、ケイ酸二カルシウム、二酸化ケイ素、ケイ酸アルミニウム、鉄アルミン酸四カルシウム等が挙げられる。

[0032] 上記組成物中のケイ素含有化合物の含有割合は特に制限されないが、カルシウム元素１００モル％に対して、ケイ素元素の割合が０．０１～１００モル％であることが好ましい。より好ましくは０．０１～７０モル％であり、更に好ましくは０．０１～５０モル％であり、特に好ましくは０．０１～３０モル％である。

[0033] 〔バテライト型結晶構造を有する炭酸カルシウムの製造方法〕

本発明はまた、アミノ基を複数有する化合物の存在下でケイ酸カルシウム水和物を含む組成物に二酸化炭素を供給する炭酸化工程を含み、該組成物中のケイ酸カルシウム水和物の含有割合が、組成物１００質量％に対して５質量％以上である、バテライト型結晶構造を有する炭酸カルシウムの製造方法でもある。

上記炭酸化工程において、アミノ基を複数有する化合物の存在下でケイ酸カルシウム水和物を含む組成物に二酸化炭素を供給することで、バテライト型結晶構造を有する炭酸カルシウムを高い割合で製造することができる。

[0034] 上記炭酸化工程において用いられる組成物中のＣＳＨの好ましい割合は上述のとおりである。また、ＣＳＨを５質量％以上含む組成物の具体例及び好ましい態様も上述のとおりである。

[0035] 上記炭酸化工程で用いられるアミノ基を複数有する化合物（ポリアミン化合物）の具体例及び好ましい態様は上述のとおりである。

また、上記炭酸化工程におけるポリアミン化合物の使用量は、特に制限されないが、炭酸化工程で使用する原料中のカルシウム元素１００質量％に対して０．００１～４０質量％であることが好ましい。より好ましくは０．０１～２０質量％であり、更に好ましくは０．０５～１０質量％であり、特に好ましくは０．１～５質量％であり、最も好ましくは０．３～２．５質量％である。

[0036] 上記炭酸化工程における二酸化炭素の固定化量は特に制限されないが、炭酸化工程で使用した原料中のカルシウム元素１００質量％に対して１～１１０質量％であることが好ましい。より好ましくは１０～１１０質量％であり、更に好ましくは３０～１１０質量％であり、特に好ましくは５０～１１０質量％である。

[0037] 上記炭酸化工程は、湿式で行うことが好ましい。上記ポリアミン化合物の存在下でＣＳＨを含むスラリー状の組成物を炭酸ガスと接触させることが好ましい。

上記炭酸ガスの通気量は、特に制限されないが、組成物の固形分１ｇに対して好ましくは毎分５ｃｃ以上が好ましい。これにより、二酸化炭素の固定量及び固定化速度がより向上する。炭酸ガスの通気量としてより好ましくは組成物の固形分１ｇに対して毎分１０ｃｃ以上であり、更に好ましくは毎分２０ｃｃ以上である。また、炭酸ガスの通気量としては組成物の固形分１ｇに対して毎分１００ｃｃ以下であることが好ましい。

[0038] 上記炭酸化工程において二酸化炭素を供給する時間は特に制限されないが、０．０１～２４時間であることが好ましい。より好ましくは０．０１～７時間であり、更に好ましくは０．５～４時間である。

[0039] 上記炭酸化工程における二酸化炭素の供給は、組成物におけるｐＨが１０以下になるまで行うことが好ましい。これにより、二酸化炭素の固定量をより高めることができる。より好ましくはｐＨが９以下になるまで、更に好ましくはｐＨが８以下になるまで二酸化炭素の供給を行うことである。

[0040] 上記製造方法は、上記炭酸化工程を含む限り特に制限されないが、ＣＳＨを含む成分が塊状等の場合に、上記炭酸化工程の前に該塊を粉砕する工程を含んでいてもよい。

粉砕する方法は特に制限されず、ハンマークラッシャー、ロールクラッシャー、ジョークラッシャー、竪型ミル、ボールミル、ロッドミル、ディスクミル等のセメント工場等で通常用いられる粉砕機を使用することができる。

[0041] 〔炭酸カルシウムコンクリートの製造方法〕

本発明は、炭酸カルシウムコンクリートを製造する方法であって、該製造方法は、アミノ基を複数有する化合物の存在下でケイ酸カルシウム水和物を含む組成物に二酸化炭素を供給する炭酸化工程と該炭酸化工程で得られた組成物を加熱する工程とを含み、該炭酸化工程に用いる組成物中のケイ酸カルシウム水和物の含有割合が、組成物１００質量％に対して５質量％以上である、炭酸カルシウムコンクリートの製造方法でもある。

炭酸カルシウムコンクリートは、廃コンクリート等のカルシウムを含む成分と二酸化炭素を原料として得られるコンクリートを意味する。

本発明の製造方法により、廃コンクリート等の廃棄物と大気中の二酸化炭素と水のみを材料としてコンクリートを製造することが可能であるため、資源枯渇・廃棄物発生の問題の解消に役立つ。

上記炭酸カルシウムコンクリートの製造方法における炭酸化工程は、上述のバテライト型結晶構造を有する炭酸カルシウムの製造方法における炭酸化工程と同様である。

[0042] 上記炭酸カルシウムコンクリートの製造方法における加熱工程は、炭酸化工程で得られた組成物を加熱する限り特に制限されないが、上記促進方法は、炭酸化工程で得られた組成物を加熱する前に、該組成物に、マグネシウム塩、ストロンチウム塩を添加する工程を行うことが好ましい。

上記マグネシウム塩としては、マグネシウム元素を含むものであれば特に制限されず、ハロゲン化物、水酸化物、酸化物、炭酸塩、硝酸塩、硫酸塩、ケイ酸塩、ホスホン酸塩、カルボン酸塩等が挙げられる。好ましくはハロゲン化物であり、より好ましくは塩化物である。

[0043] 上記加熱工程に用いる組成物中のマグネシウム塩の濃度は特に制限されないが、０～１モル／Ｌであることが好ましい。より好ましくは０．０１～０．５モル／Ｌであり、更に好ましくは０．０１～０．２モル／Ｌである。

[0044] 上記炭酸カルシウムコンクリートの製造方法は、炭酸化工程で得られた組成物を加熱する前に、該組成物に、塩基を添加する工程を行うことが好ましい。

塩基としては特に制限されないが、リチウム、ナトリウム、カリウム等のアルカリ金属やカルシウム、マグネシウム等のアルカリ土類金属等の水酸化物、酸化物等が挙げられる。中でも好ましくはアルカリ金属の水酸化物であり、より好ましくは水酸化ナトリウムである。

[0045] 上記加熱工程に用いる組成物中の塩基の濃度は特に制限されないが、０～１Ｎであることが好ましい。より好ましくは０．００１～０．５Ｎであり、更に好ましくは０．０１～０．３Ｎである。

[0046] 上記加熱工程に用いる組成物における液体と固体の比率（液体／固体）は特に制限されないが、０．３～１００であることが好ましい。より好ましくは０．５～５０であり、更に好ましくは０．５～３０であり、特に好ましくは０．５～２５である。一態様において、上記比率は、０．５～１０であってよく、０．５～３であってもよい。

[0047] 上記炭酸カルシウムコンクリートの製造方法は、炭酸化工程で得られた組成物を加熱する前に、該組成物に、水等の溶媒を添加する工程を行うことが好

ましい。上記溶媒の量は特に制限されないが、上記組成物における液体と固体の比率が上述の好ましい範囲となるように添加することが好ましい。

[0048] 上記炭酸カルシウムコンクリートの製造方法は、炭酸化工程で得られた組成物を加熱する前に、該組成物に、細骨材、粗骨材等、セメント分散剤やその他の添加剤を添加する工程を行ってもよい。

[0049] 上記骨材としては、特に制限されないが、例えば、砂利、砕石、水砕スラグ、再生骨材等以外に、珪石質、粘土質、ジルコン質、ハイアルミナ質、炭化珪素質、黒鉛質、クロム質、クロマグ質、マグネシア質等の耐火骨材等が挙げられる。また、上記細骨材としては砂等が挙げられ、粗骨材としては砕石等が挙げられる。

[0050] 上記セメント分散剤（減水剤）としては特に限定されず、例えば、（ｉ）ナフタレンスルホン酸ホルムアルデヒド縮合物等のポリアルキルアリールスルホン酸塩系分散剤；メラミンスルホン酸ホルムアルデヒド縮合物等のメラミンホルマリン樹脂、スルホン酸塩系分散剤；アミノアリールスルホン酸－フェノール－ホルムアルデヒド縮合物等の芳香族アミノスルホン酸塩系分散剤；リグニンスルホン酸塩、変成リグニンスルホン酸塩等のリグニンスルホン酸塩系分散剤；ポリスチレンスルホン酸塩系分散剤；等の分子中にスルホン酸基を有する各種スルホン酸系分散剤（減水剤）；（ｉｉ）特公昭５９－１８３３８号公報、特開平７－２２３８５２号公報に記載の如く、ポリアルキレングリコールモノ（メタ）アクリル酸エステル系単量体、（メタ）アクリル酸系単量体、およびこれらの単量体と共重合可能な単量体から得られる共重合体；特開平１０－２３６８５８号公報、特開２００１－２２０４１７号公報、特開２００２－１２１０５５号公報、特開２００２－１２１０５６号公報に記載の如く、不飽和（ポリ）アルキレングリコールエーテル系単量体、マレイン酸系単量体または（メタ）アクリル酸系単量体から得られる共重合体；等の分子中に（ポリ）オキシアルキレン基とカルボキシル基とを有する各種ポリカルボン酸系分散剤（減水剤）；（ｉｉｉ）特開２００６－５２３８１号公報に記載の如く、（アルコキシ）ポリアルキレングリコールモノ

（メタ）アクリレート、リン酸モノエステル系単量体、およびリン酸ジエステル系単量体から得られる共重合体等の、分子中に（ポリ）オキシアルキレン基とリン酸エステル基とを有する共重合体；特表２００８－５１７０８０号公報に記載の如く、（ポリ）オキシアルキレン基と芳香環族基及び／又は複素環式芳香族基とを有する単量体、リン酸（塩）基及び／又はリン酸エステル基と芳香環族基及び／又は複素環式芳香族基とを有する単量体、およびアルデヒド化合物からなる重縮合生成物；特表２０１５－５０８３８４号公報に記載の如く、芳香族トリアジン構造単位、ポリアルキレングリコール構造単位、およびリン酸エステル構造単位を有する分散剤；等の各種リン酸系分散剤（減水剤）等が挙げられる。

[0051] 上記セメント分散剤（減水剤）の添加量は、特に制限されないが、バテライト含有粉体１００質量％に対して０．０１～１０質量％であることが好ましい。より好ましくは０．０１～１．０質量％であり、更に好ましくは０．０５～０．５質量％であり、特に好ましくは０．０５～０．３質量％である。

[0052] その他の添加剤等としては、以下の（１）～（１２）に例示するようなセメント添加剤（材）やセメント湿潤剤、増粘剤、分離低減剤、凝集剤、乾燥収縮低減剤、強度増進剤、セルフレベリング剤、防錆剤、着色剤、防カビ剤等が挙げられる。これらの１種又は２種以上を用いることができる。

[0053] （１）水溶性高分子物質：メチルセルロース、エチルセルロース、カルボキシメチルセルロース等の非イオン性セルロースエーテル類；酵母グルカンやキサンタンガム、β－１，３グルカン類等の微生物醗酵によって製造される多糖類；ポリアクリルアミド等。

（２）高分子エマルジョン：（メタ）アクリル酸アルキル等の各種ビニル単量体の共重合物等。

（３）硬化遅延剤：グルコン酸、グルコヘプトン酸、アラボン酸、リンゴ酸、クエン酸等のオキシカルボン酸もしくはその塩；糖及び糖アルコール；グリセリン等の多価アルコール；アミノトリ（メチレンホスホン酸）等のホスホン酸及びその誘導体等。

（４）早強剤・促進剤：塩化カルシウム、亜硝酸カルシウム、硝酸カルシウム、臭化カルシウム、ヨウ化カルシウム等の可溶性カルシウム塩；塩化鉄、塩化マグネシウム等の塩化物；硫酸塩；水酸化カリウム；水酸化ナトリウム；炭酸塩；チオ硫酸塩；ギ酸及びギ酸カルシウム等のギ酸塩；アルカノールアミン；アルミナセメント；カルシウムアルミネートシリケート等。

（５）オキシアルキレン系消泡剤：ジエチレングリコールヘプチルエーテル等のポリオキシアルキレンアルキルエーテル類；ポリオキシアルキレンアセチレンエーテル類；（ポリ）オキシアルキレン脂肪酸エステル類；ポリオキシアルキレンソルビタン脂肪酸エステル類；ポリオキシアルキレンアルキル（アリール）エーテル硫酸エステル塩類；ポリオキシアルキレンアルキルリン酸エステル類；ポリオキシプロピレンポリオキシエチレンラウリルアミン（プロピレンオキシド１～２０モル付加、エチレンオキシド１～２０モル付加物等）、アルキレンオキシドを付加させた硬化牛脂から得られる脂肪酸由来のアミン（プロピレンオキシド１～２０モル付加、エチレンオキシド１～２０モル付加物等）等のポリオキシアルキレンアルキルアミン類；ポリオキシアルキレンアミド等。

（６）オキシアルキレン系以外の消泡剤：鉱油系、油脂系、脂肪酸系、脂肪酸エステル系、アルコール系、アミド系、リン酸エステル系、金属石鹸系、シリコーン系等の消泡剤。

[0054] （７）ＡＥ剤：樹脂石鹸、飽和又は不飽和脂肪酸、ヒドロキシステアリン酸ナトリウム、ラウリルサルフェート、ＡＢＳ（アルキルベンゼンスルホン酸）、アルカンスルホネート、ポリオキシエチレンアルキル（フェニル）エーテル、ポリオキシエチレンアルキル（フェニル）エーテル硫酸エステル又はその塩、ポリオキシエチレンアルキル（フェニル）エーテルリン酸エステル又はその塩、タンパク質材料、アルケニルスルホコハク酸、α－オレフィンスルホネート等。

（８）その他界面活性剤：各種アニオン性界面活性剤；アルキルトリメチルアンモニウムクロライド等の各種カチオン性界面活性剤；各種ノニオン性界

面活性剤；各種両性界面活性剤等。

（９）防水剤：脂肪酸（塩）、脂肪酸エステル、油脂、シリコン、パラフィン、アスファルト、ワックス等。

（１０）防錆剤：亜硝酸塩、リン酸塩、酸化亜鉛等。

（１１）ひび割れ低減剤：ポリオキシアルキルエーテル等。

（１２）膨張材：エトリンガイト系、石炭系等。

[0055] 上記加熱工程における組成物の加熱温度は特に制限されないが、３０～１００℃であることが好ましい。より好ましくは４０～９５℃であり、更に好ましくは６０～９５℃である。

[0056] 上記加熱工程における加熱時間は特に制限されないが、１～２００時間であることが好ましい。より好ましくは５～２００時間であり、更に好ましくは５～７２時間である。一態様において、加熱時間は１～２０時間であってよく、１～１０時間であってもよい。

[0057] 本発明の炭酸カルシウムコンクリートの製造方法により、圧縮強度が高いコンクリートを製造することができる。

上記製造方法により得られるコンクリートの圧縮強度は１ＭＰａ以上であることが好ましい。より好ましくは５ＭＰａ以上であり、更に好ましくは１０ＭＰａ以上である。

上記コンクリートの圧縮強度は、実施例に記載の方法により測定することができる。

[0058] 〔炭酸カルシウムのアラゴナイト型転移促進方法〕

本発明は、炭酸カルシウムのアラゴナイト型結晶構造への転移を促進する方法であって、アミノ基を複数有する化合物の存在下でケイ酸カルシウム水和物を含む組成物に二酸化炭素を供給する炭酸化工程と該炭酸化工程で得られた組成物を加熱する工程とを含み、該炭酸化工程に用いる組成物中のケイ酸カルシウム水和物の含有割合が、組成物１００質量％に対して５質量％以上である、炭酸カルシウムのアラゴナイト型転移促進方法でもある。

[0059] 上記炭酸カルシウムのアラゴナイト型転移促進方法における炭酸化工程は、

上述のバテライト型結晶構造を有する炭酸カルシウムの製造方法における炭酸化工程と同様である。

上記炭酸カルシウムのアラゴナイト型転移促進方法における加熱工程は、上述の炭酸カルシウムコンクリートの製造方法における加熱工程と同様である。

[0060] 〔炭酸カルシウムのアラゴナイト型転移促進のためのアミノ基を複数有する化合物の使用〕

本発明は、アミノ基を複数有する化合物の存在下でケイ酸カルシウム水和物を含む組成物に二酸化炭素を供給する炭酸化工程を含み、該組成物中のケイ酸カルシウム水和物の含有割合が、組成物１００質量％に対して５質量％以上である、炭酸カルシウムのアラゴナイト型転移促進のためのアミノ基を複数有する化合物の使用でもある。

上記使用における炭酸化工程は、上述のバテライト型結晶構造を有する炭酸カルシウムの製造方法における炭酸化工程と同様である。

実施例

[0061] 以下に実施例を掲げて本発明を更に詳細に説明するが、本発明はこれらの実施例のみに限定されるものではない。なお、特に断りのない限り、「部」は「重量部」を、「％」は「質量％」を意味するものとする。

[0062] 下記ポリアミンの分子量測定は、以下のようにして行った。

（分子量測定（ＧＰＣ分析法））

本発明における重量平均分子量及び数平均分子量はゲルパーミエイションクロマトグラフィー（ＧＰＣ）にてプルランを標準物質とした公知の方法で測定できる。ＧＰＣの測定条件として本発明では、以下の条件を採用するものとする。

測定装置：島津製作所社製

使用カラム：昭和電工社製　ＳＨＯＤＥＸ　ＯＨｐａｋ　ＳＢ－８０７ＨＱ（２本）＋ＳＢ－８０６Ｍ／ＨＱ（２本）

溶離液：０．５モル％－硝酸ナトリウム、０．５モル％－酢酸に調整したも

の

標準物質：プルランＰ－８２（富士フイルム和光純薬社製）

検出器：示唆屈折計（島津製作所社製）

流速：０．４ｍｌ／ｍｉｎ．

[0063]（実験装置・手順）

容器にコンクリートスラッジ又は模擬廃コンクリート粉砕物に添加剤及び水を投入して調製した組成物に室温下で、所定時間二酸化炭素ガスを流通させた後、該組成物を濾過して粉体を回収し、乾燥させた。得られた粉体についてＴＧ－ＤＴＡ装置（装置名：ＳＴＡ２００（日立ハイテクサイエンス社製））により重量減少率を測定、炭酸カルシウム生成量を算出し、炭酸化率を算出した。また得られた粉体中に含まれる炭酸カルシウムの結晶多型をＸＲＤ（装置名：Ｄ２ＰＨＡＳＥＲ(ブルカー社製)）で分析した。詳細は下記に示す。

セメント：セメント（普通ポルトランドセメント（ＯＰＣ）、太平洋セメント社製）

模擬廃コンクリート粉砕物の調製：

ｗ／ｃ＝０．４のセメントペーストを調製（混練方法はＪＩＳ　Ｒ５２０１に準拠する）し、練上がったペーストを型枠（Φ５０×５０×１００ｍｍ）に詰め、２０℃で３日間気中養生後、注水から３日後に脱型して水中で１１日間養生した。養生後、硬化体を粉砕し、目開き１００μｍの篩を用いて１００μｍ以下の粉体を回収して試験に用いた。

CO_2吹き込み方法（模擬廃コンクリートの場合）：

ｗ／ｂ＝５～５０（Ｗ：添加剤及び水、Ｂ：廃コンクリート粉砕物）の比率でイオン交換水に粉体を加え、撹拌棒を用いて定速で撹拌した。添加剤を用いる際は、イオン交換水に添加剤を加えて用いた。室温下で上記スラリーに二酸化炭素ガス（住友精化社製）を流量０．３Ｌ／ｍｉｎ．の流速で所定時間流した後、濾液を濾過し、得られた粉体をアセトンで洗浄後、４０℃下（窒素雰囲気下）で２４時間乾燥させＴＧ－ＤＴＡ測定、及びＸＲＤ測定に供

した。

CO_2吹き込み方法（コンクリートスラッジの場合）：

ｗ／ｂ＝０．４（Ｗ：添加剤及び水、Ｂ：普通ポルトランドセメント）の比率でイオン交換水に粉体を加え、撹拌棒を用いて４時間定速で撹拌した。４時間後に、所定のｗ／ｂ比となる様に、イオン交換水を追加で投入した。添加剤を用いる際は、追加で投入するイオン交換水に添加剤を加えて用いた。室温下で上記スラリーに二酸化炭素ガス（住友精化社製）を流量０．３Ｌ／ｍｉｎ．の流速で所定時間流した後、濾液を濾過し、得られた粉体をアセトンで洗浄後、４０℃下（窒素雰囲気下）で２４時間乾燥させＴＧ－ＤＴＡ測定、及びＸＲＤ測定に供した。

[0064]（炭酸カルシウム量の測定）

ＴＧ－ＤＴＡを用いて、下記測定方法で炭酸カルシウム量を定量した。

条件：昇温速度２０℃／ｍｉｎ．、窒素雰囲気下で測定を行った。

解析：ＴＧ－ＤＴＡによる６００～８００℃付近の質量減量分を炭酸カルシウムの脱炭酸と見なし、炭酸カルシウム量を算出した。炭酸化率は、セメント又は廃コンクリート中の酸化カルシウムが全て二酸化炭素と反応した際を１００％として以下のように算出した。

粉体中の酸化カルシウム量を定量するため、セメント又は廃コンクリート粉砕物の化学組成をＪＩＳ　Ｒ　５２０２：２０１５、ＪＩＳ　Ｒ　５２０４：２０１９（セメントの蛍光Ｘ線分析法）に準拠し、蛍光Ｘ線分析装置（装置名：ＺＳＸ　Ｐｒｉｍｕｓ ＩＩ（株式会社リガク製））を用いてカルシウム元素の質量割合を測定し、これに基づき酸化カルシウムの質量割合を算出した。結果を表１に示す。

[表1]

	Ca（mass%）	CaO（mass%）
太平洋OPC	41.00	57.37
模擬廃コンクリート	41.20	57.65

[0065]（炭酸カルシウム結晶多型の測定）

ＸＲＤを用いて、下記測定方法で炭酸カルシウムの結晶多型を測定した。

条件：ターゲットＣｕＫα、管電圧４５ｋｖ、管電流４０ｍＡ、走査範５－７０ｄｅｇ２Θ、ステップ幅０．０２ｄｅｇとし測定を行った。

解析：Ｃａｌｃｉｔｅについては（１０４）面のピーク強度Ｉｃを、Ａｒａｇｏｎｉｔｅについては（２２１）面のピーク強度Ｉａを、Ｖａｔｅｒｉｔｅについては（１１０）面のピーク強度Ｉｖを用いて、以下の式により各結晶多型の比率を算出した。

ここで、Ｘｃ：Ｃａｌｃｉｔｅの重量分率、Ｘａ：Ａｒａｇｏｎｉｔｅの重量分率、Ｘｖ：Ｖａｔｅｒｉｔｅの重量分率とし、Ｘｃ＋Ｘａ＋Ｘｖ＝１が成立しているとしている。

Ｘａ＝３．１７５×Ｉａ／（Ｉｃ＋３．１７５×Ｉａ＋７．６９１×Ｉｖ）

Ｘｃ＝Ｉｃ×Ｘａ／（３．１５７×Ｉａ）

（Ａｒａｇｏｎｉｔｅへの転移）

上記CO_2吹込み操作により得られたＶａｔｅｒｉｔｅ含有粉体を、所定の溶媒組成の溶液に添加し所定時間加温した。加温後のスラリーを減圧濾過し、得られた粉体をアセトンで洗浄後、室温下（窒素雰囲気下）で２４時間乾燥させてＸＲＤ測定に供した。

[0066] ＜製造例１＞減水剤（ポリカルボン酸共重合体α）の製造

温度計、攪拌機、滴下ロート、環流冷却器を備えたガラス製反応容器にイオン交換水７２．２６部、３－メチル－３－ブテン－１－オールにエチレンオキサイドを５０モル付加した不飽和アルコール１２７．７４部を仕込み、６５℃に昇温した後、そこへ過酸化水素３０％水溶液０．７１部を添加し、アクリル酸４０％水溶液４６．５８部を３時間、３－メルカプトプロピオン酸０．６７部を３時間、Ｌ－アスコルビン酸２．１％水溶液１２．９７部を３．５時間かけて滴下した。その後６０分引き続いて６５℃に温度を維持して重合反応を完結させ、温度を５０℃以下に降温し水酸化ナトリウム１２．２％水溶液７６．０７部でｐＨ４からｐＨ７になるように中和し、重量平均分子量２９，０００の重合体水溶液からなる本発明のポリカルボン酸共重合体

を得た。尚、重合時に使用する原料の全量に対する全単量体の使用量は、５６．２重量％であった。

[0067] ＜ペースト試験＞

ペースト試料の調製：

ペースト試験は、温度が２０℃±１℃、相対湿度が６０％±１５％の環境下で行った。モルタル配合は、Ｂ／Ｗ＝１４０／１４０（ｇ）とした。

ただし、

Ｂ：実施例１（Ｖａｔｅｒｉｔｅ含有粉体）、比較例１（Ｃａｌｃｉｔｅ含有粉体）

Ｗ：製造例１の減水剤と消泡剤の０．１Ｎ　ＮａＯＨ、０．１Ｎ　$MgCl_2$ 水溶液

モルタルミキサー（ホバート社製ミキサー、型番：Ｎ－５０）を用い、ＢとＷを１速で４分間混練した。

[0068] ＜圧縮強度の測定＞

混練後、圧縮強度試験用試料を作成し、以下の条件にて、蒸気養生後の圧縮強度を測定した。

供試体作成：５０ｍｍ×１００ｍｍ

供試体養生：恒温恒湿オーブンを用いて温度９０℃、湿度９８％下で７２時間養生を行った。

圧縮強度測定：自動圧縮強度測定器（前川製作所社製）

[0069] （炭酸化率の計算式）

（　）内は記号、［　］内は単位とする。

最大二酸化炭素固定量（Ａ）［ｇ］＝粉体１ｇ中の酸化カルシウム量（Ｂ）［ｇ］×ｍ／ｎ

ｍ：二酸化炭素の分子量［ｇ／ｍｏｌ］

ｎ：酸化カルシウムの分子量［ｇ／ｍｏｌ］

最大重量減少率（Ｃ）＝（Ａ）／（１＋（Ａ））×１００［％］

炭酸化率（Ｄ）＝重量減少率／（Ｃ）×１００［％］

※重量減少率＝ＴＧ－ＤＴＡによる６００～８００℃付近の質量減量分

無添加時の炭酸化率（Ｄ０）を１００％とした際の試料の炭酸化向上率（Ｅ）は、

（Ｅ）＝試料の炭酸化率（Ｄ１）／（Ｄ０）×１００［％］

[0070] 実施例（１）－（１１）及び比較例（１）－（５）

下記表２に示す様に、種々添加剤（バテライト型炭酸カルシウム製造促進剤）を用いて上記の実験装置及び手順で４時間後の炭酸化率及び炭酸カルシウムの結晶多型を測定した。結果を表２に示す。

[表2]

	添加剤	粉体	添加量（wt%/Ca）	L／S	炭酸化率	Xv
実施例（1）	エチレンジアミン	模擬廃コンクリート	2.1	5	89%	93%
実施例（2）	エチレンジアミン	模擬廃コンクリート	2.1	50	90%	84%
実施例（3）	エチレンジアミン	模擬廃コンクリート	8.2	50	90%	90%
実施例（4）	エチレンジアミン	模擬廃コンクリート	16.5	50	—	95%
実施例（5）	ジエチレントリアミン	模擬廃コンクリート	2.1	5	—	93%
実施例（6）	トリエチレンテトラミン	模擬廃コンクリート	2.1	5	—	91%
実施例（7）	テトラエチレンペンタミン	模擬廃コンクリート	2.1	5	—	91%
実施例（8）	ペンタエチレンヘキサミン	模擬廃コンクリート	2.1	5	—	92%
実施例（9）	ポリエチレンイミン（日本触媒社製、SP―003）	模擬廃コンクリート	2.1	5	82%	96%
実施例（10）	エチレンジアミン	コンクリートスラッジ	2.1	5	55%	78%
実施例（11）	ポリエチレンイミン（日本触媒社製、SP―003）	コンクリートスラッジ	2.1	50	—	71%
比較例（1）	無添加	模擬廃コンクリート	2.1	5	92%	0%
比較例（2）	無添加	コンクリートスラッジ	2.1	5	84%	0%
比較例（3）	モノエタノールアミン	模擬廃コンクリート	2.1	5	—	0%
比較例（4）	トリエタノールアミン	模擬廃コンクリート	2.1	5	—	0%
比較例（5）	L―アスパラギン酸	模擬廃コンクリート	2.1	5	—	0%

[0071] 表２の実施例（１）で得られたＶａｔｅｒｉｔｅ含有粉体を、Ａｒａｇｏｎｉ

ｔｅに転移させるべく各種条件の検討を行った。結果を表３に示す。表３におけるＬ／Ｓは、組成物における液体と固体の比率（液体／固体）を表す。

[表3]

	NaOH濃度（N）	$MgCl_2$濃度（モル／L）	L／S	加熱時間	温度	Xa
実施例（12）	0.01	0.1	50	3	80	25%
実施例（13）	0.1	0.1	50	3	80	38%
実施例（14）	0.1	0.1	1	7	95	63%
実施例（15）	0.1	0.1	25	7	95	93%

[0072] 表２の実施例（１）で得られたＶａｔｅｒｉｔｅ含有粉体又は比較例（１）の粉体を用いて圧縮強度試験用試料を作成し、上記条件により蒸気養生した後、圧縮強度を測定した。結果を表４に示す。

[0073]

[表4]

	粉体	圧縮強度（MPa）
実施例（16）	実施例（1）	1.0
比較例（6）	比較例（1）	硬化せず

請求の範囲

[請求項1] バテライト型結晶構造を有する炭酸カルシウムの製造を促進する剤であって、

該促進剤は、アミノ基を複数有する化合物を含み、ケイ酸カルシウム水和物を５質量％以上含む組成物に二酸化炭素を反応させる際に用いられる、バテライト型結晶構造を有する炭酸カルシウムの製造促進剤。

[請求項2] 前記組成物は、コンクリートスラッジ、水硬性セメント硬化体及びケイ酸カルシウム板からなる群より選択される少なくとも１種を含む、請求項１に記載のバテライト型結晶構造を有する炭酸カルシウムの製造促進剤。

[請求項3] 前記アミノ基を複数有する化合物は、エチレンジアミン及び／又はポリエチレンイミンである、請求項１又は２に記載のバテライト型結晶構造を有する炭酸カルシウムの製造促進剤。

[請求項4] バテライト型炭酸カルシウムとアミノ基を複数有する化合物とケイ素含有化合物とを含む組成物であって、

該バテライト型炭酸カルシウムの含有割合が組成物１００質量％に対して３質量％以上である、バテライト型炭酸カルシウム含有組成物。

[請求項5] バテライト型結晶構造を有する炭酸カルシウムを製造する方法であって、

該製造方法は、アミノ基を複数有する化合物の存在下でケイ酸カルシウム水和物を含む組成物に二酸化炭素を供給する炭酸化工程を含み、

該組成物中のケイ酸カルシウム水和物の含有割合が、組成物１００質量％に対して５質量％以上である、バテライト型結晶構造を有する炭酸カルシウムの製造方法。

[請求項6] 前記炭酸化工程を湿式で行う、請求項５に記載のバテライト型結晶構造を有する炭酸カルシウムの製造方法。

[請求項7] 炭酸カルシウムのアラゴナイト型結晶構造への転移を促進する方法で

あって、

該転移促進方法は、アミノ基を複数有する化合物の存在下でケイ酸カルシウム水和物を含む組成物に二酸化炭素を供給する炭酸化工程と

該炭酸化工程で得られた組成物を加熱する工程とを含み、

該炭酸化工程に用いる組成物中のケイ酸カルシウム水和物の含有割合が、組成物１００質量％に対して５質量％以上である、炭酸カルシウムのアラゴナイト型転移促進方法。

[請求項8] 前記炭酸化工程を湿式で行う、請求項７に記載の炭酸カルシウムのアラゴナイト型転移促進方法。

[請求項9] 炭酸カルシウムコンクリートを製造する方法であって、

該製造方法は、アミノ基を複数有する化合物の存在下でケイ酸カルシウム水和物を含む組成物に二酸化炭素を供給する炭酸化工程と

該炭酸化工程で得られた組成物を加熱する工程とを含み、

該炭酸化工程に用いる組成物中のケイ酸カルシウム水和物の含有割合が、組成物１００質量％に対して５質量％以上である、炭酸カルシウムコンクリートの製造方法。

[請求項10] 前記炭酸化工程を湿式で行う、請求項９に記載の炭酸カルシウムコンクリートの製造方法。

[請求項11] 前記炭酸カルシウムコンクリートの製造方法で得られるコンクリートの圧縮強度が１ＭＰａ以上である、請求項９又は１０に記載の炭酸カルシウムコンクリートの製造方法。