

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B1)

(11) 特許番号

特許第6644184号
(P6644184)

(45) 発行日 令和2年2月12日(2020.2.12)

(24) 登録日 令和2年1月9日(2020.1.9)

(51) Int. Cl.	F 1		
C04B 28/18	(2006.01)	C04B 28/18	
C04B 7/24	(2006.01)	C04B 7/24	
B09B 3/00	(2006.01)	B09B 3/00	303A
B09B 5/00	(2006.01)	B09B 5/00	F

請求項の数 5 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2019-163419 (P2019-163419)	(73) 特許権者	000185949
(22) 出願日	令和1年9月6日(2019.9.6)		クリオン株式会社
審査請求日	令和1年9月10日(2019.9.10)		東京都江東区越中島1丁目2番21号 ヤ マタネビル
早期審査対象出願		(74) 代理人	100137970
			弁理士 三原 康央
		(72) 発明者	柴田 益弘
			東京都江東区越中島1丁目2番21号 ヤ マタネビル クリオン株式会社内
		(72) 発明者	中川 清之
			群馬県伊勢崎市境下淵名53番地 クリオ ン株式会社内
		審査官	西垣 歩美
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 軽量気泡コンクリート用リサイクル原料、およびこれを用いた軽量気泡コンクリートの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

オートクレーブ養生後の製造工程の養生屑である余剰ALCを直径1.2mm以下の粉末に粗粉碎した粗粉を、105以上300未満で加熱処理をした後、微粉碎機で、63μm篩残分が45質量%以下となるまで微粉碎したALC用リサイクル原料を、内割固形でALC原料全体の10質量%から20質量%添加することを特徴とするALCの製造方法。

【請求項2】

粗粉碎機がハンマークラッシャー、又はピンミルであることを特徴とする請求項1記載のALCの製造方法。

【請求項3】

前記ALC用リサイクル原料が、前記微粉碎機にチューブミル、又はボールミルを用いて、粒度分布が63μm以下の粒径をピークとするものと、63μmを超えた粒径をピークとする2山型にしたものであることを特徴とする請求項1又は請求項2記載のALCの製造方法。

【請求項4】

前記ALC用リサイクル原料が、前記微粉碎機にチューブミル、ボールミル、縦型ミル、又はフレットミルを用いて、微粉碎したものと、前記粗粉を混合させることにより、粒度分布が63μm以下の粒径をピークとするものと、63μmを超えた粒径をピークとする2山型にしたものであることを特徴とする請求項1又は請求項2記載のALCの製造方法

。

【請求項5】

前記ALC用リサイクル原料中の珪石の混合が、水添加前に行われる請求項1乃至請求項4のいずれかに記載のALCの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、軽量気泡コンクリート用リサイクル原料、およびこれを用いた軽量気泡コンクリートの製造方法に関する。

【背景技術】

10

【0002】

一般に、軽量気泡コンクリート（以下、ALC）は、珪酸質原料として、天然の珪石、珪砂等と、石灰質原料として、石灰石からの生石灰、セメント、石膏を主原料とし、水を加え、これらの混合スラリーに金属アルミニウム添加して発泡させ、半硬化状態とする1次養生で得られたグリーンケーキをピアノ線で所定寸法に切断した後に2次養生としてオートクレーブを用いた高温高圧下での水蒸気養生をすることによって得られる。

【0003】

得られたALCは、各種成形品へと所定寸法に切削加工することによって、ALCパネルなどの建築材料として、各種外壁、間仕切り、屋根、床などに広い用途を有する。

【0004】

20

そして、成形品への寸法調整に伴い製造現場では、切削加工による切削屑又は切断屑などの余剰ALCが発生する。これは、ALC製造のリサイクル原料として再利用されている。しかし、リサイクル原料の添加量は、内割固形分比率で、全固体原料の約10質量%程度までが使用限界であり、これ以上、リサイクル量を増量した場合にはALC製品の圧縮強度が低下する現象があった。その結果、リサイクルできない分は廃棄され、コスト高や環境負荷の増大ともなっている。

【0005】

そこで、リサイクル原料として、建築物の解体物であるALC廃材の再利用で、この平均粒径を75 μ m以下として、未反応の珪酸質原料を活性化させ、再使用することが検討されている（特許文献1）。

30

【0006】

また、特許文献2では、ALC養生屑を800～1500の高温で焼成して珪酸質原料のみでなく、石灰質原料としても再使用することを検討している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0007】

【特許文献1】特開2003-55027号公報

【特許文献2】特開平05-319876号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0008】

しかし、先行特許文献1の方法では、ALC廃材の粉碎後の平均粒径を75 μ m以下としているが、その粒度分布は不明で、同じ平均粒径75 μ m以下であっても、その粒度分布が異なる場合は、組成配合の調整をしても、圧縮強度等の品質にばらつきが生じる難点があった。また、先行特許文献2の方法では、高温処理の特別な設備と多くの熱エネルギーを要するという難点があった。

【0009】

そこで、本発明は、特別な測定装置が不要で工程管理が簡便であり、特別な焼成設備も必要とせず、品質管理が容易で、余剰ALCのリサイクル原料を内割固形分で10質量%から20質量%程度まで増量して使用しても、リサイクル原料量の変動を受けにくく、従来

50

品と同程度の圧縮強度を安定して保持できる、ALCのリサイクル原料、及びこれを用いたALCの製造法を提供するものである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

発明者らは、鋭意検討の結果、次発明を提供するものである。

[1] 余剰ALCを粗粉碎した粗粉を、105 ~ 300 で加熱処理をした後、微粉碎機で、63 μm篩残分が45質量%以下となるまで微粉碎したALC用リサイクル原料、を提供する。

[2] 余剰ALCを粗粉碎した粗粉を、105 ~ 300 で加熱処理をした後、微粉碎機で、63 μm篩残分が45質量%以下となるまで微粉碎したALC用リサイクル原料を、内割固形分でALC原料全体の10質量%から20質量%添加することを特徴とするALCの製造方法を、提供する。

[3] 余剰ALCが、オートクレーブ養生後の製造工程の養生屑であり、粗粉碎機がハンマークラッシャー、又はピンミルであることを特徴とする前記ALCの製造方法を、提供する。

[4] 63 μm篩残分が45質量%以下となるまで微粉碎としたALC用リサイクル原料が、前記微粉碎機にチューブミル、又はボールミルを用いて、粒度分布が63 μm以下の粒径をピークとするものと、63 μmを超えた粒径をピークとする2山型にしたものであることを特徴とする前記ALCの製造方法を、提供する。

[5] 63 μm篩残分が45質量%以下となるまで微粉碎としたALC用リサイクル原料が、前記微粉碎機にチューブミル、ボールミル、縦型ミル、又はフレットミルを用いて、微粉碎したものと、前記粗粉を混合させることにより、粒度分布が63 μm以下の粒径をピークとするものと、63 μmを超えた粒径をピークとする2山型にしたものであることを特徴とする前記ALCの製造方法を、提供する。

[6] 前記ALC用リサイクル原料中の珪石の混合が、水添加前に行われる前記ALCの製造方法を、提供する。

【0011】

余剰ALC

ここで、余剰ALCとは、ALC製造工程で発生する養生した余剰物であり、オートクレーブ養生後の切削加工による切削端材、切削屑又は切断屑、寸法不合格品、その破片である。オートクレーブ養生前の半硬化体の切断屑は含まない。

【0012】

粗碎

前記余剰ALCは、ハンマークラッシャー、ピンミルなど圧壊力の小さな粗粉碎機を使用して、粗碎する。直径1.2 mm以下(1.2 mm篩全通)の粉末とすることが好ましい。例えば、ハンマークラッシャーの、スクリーンの目開きを1.2 mmとして、直径1.2 mm以下の粗碎物は直ちに回収できる方式が好ましい。あまり粉碎してしまうと次加熱工程で脱水速度のばらつきが生じて所定の加熱。温度、加熱時間の制御が容易でなくなるからである。

【0013】

加熱処理 時間

図1に、直径1.2 mm全通とした余剰ALCの脱水減量(質量%)と加熱処理時間の関係を示した。加熱に関し、箱型乾燥機等、通常の電気乾燥機をもちいることができ、粗碎物の仕込み等の特別の配慮は不要である。粗粉碎が過剰となり、トバモライトの板状結晶のカードハウス構造を大きく崩したり、トバモライトの炭酸化が進んだりすると減量曲線の再現性が保てなくなる。

【0014】

粗粉を105 ~ 300 で加熱処理をする。好ましくは150 ~ 300 未満での温度での処理である。加熱処理時間の例は、105 で、3時間、150 で1.5時間、250 で1時間と、加熱温度が高いほど、恒量前か、ほぼ恒量になってから短時間で終

10

20

30

40

50

了することが好ましい。加熱温度が300以上と、高温で、1.5時間を超える等、加熱時間が長くなると、トバモライトの被粉碎性等に影響を与え、リサイクル適性の低下につながる。また、図1から、加熱による減量のみから余剰ALCのリサイクル適性を対応させて判断することは困難であることが判る。

【0015】

図2に、1.2mm全通とした余剰ALCの脱水率(質量%)と加熱処理時間の関係を示した。一方、105で処理時間15時間の余剰ALCの中のトバモライトの結晶水を100%とし、300で処理時間15時間の余剰ALCの中のトバモライトの結晶水を0%と仮定して、各処理温度で恒量としてトバモライト中の結晶水の脱水率を算定した。図2からも、余剰ALCやトバモライトの脱水率のみから余剰ALCのリサイクル適性を判断することは困難であった。

10

【0016】

図3に、各温度で加熱処理時間3時間の余剰ALCのX線回折チャ-トを示した。105で加熱処理時間3時間の石英ピークを基準に、トバモライトの回折ピーク強度を比較すると、150から250で、2の30度付近のピーク強度変化は比較的小さく安定しているが、235以上の加熱処理では、2の10度以下の格子面間隔の大きな回折面からの強度が小さくなる。構造水の脱水により間隔の大きな格子面から不整となり、比較的低温でも結晶構造が崩れていくのが判る。しかし、250程度までは、格子面間隔の狭い構造は、保たれている。

【0017】

このとき、トバモライトのX線回折の結晶構造の乱れから、余剰ALCのリサイクル適合性を直ちに決定できないことが判る。即ち、105で構造水の脱水がほとんど起きていない時も、250加熱で構造水の脱水の進行が減量やX線回折で確認できた余剰ALCでも微粉碎による粒度調整の条件でリサイクル適合性が発揮できるからである。

20

【0018】

また、300で15時間の加熱変化を走査型電子顕微鏡の画像でも、リサイクル適性に関連する外観上の変化を見出すことは困難であることを確認している。

【0019】

微粉碎

上記条件下で加熱後の余剰ALCをボールミル、チューブミル等のタンブリング方式の微粉碎機で微粉碎し、63 μ m残分(篩上)が、45%以下とし、リサイクル原料とすることができる。好ましくは63 μ m残分が20質量%~45質量%である。63 μ m残分が45%を越えると、圧縮強度が低下する。また、63 μ m残分が20質量%未満で、過粉碎気味となり、63 μ mを超えた粒径のピークが明瞭でなくなる程度に減少すると、ALCの圧縮強度が低下する傾向が認められた。

30

【0020】

粒度分布

図4、図5に、粗粉の加熱品と、加熱後の微粉碎品のそれぞれの粒度分布の変化を示した。縦軸の目盛りは、小粒径からの累積粒度の度数(%)である。微粉碎機には、ボールミルを用いた。このとき、粒度分布が63 μ m以下の粒径をピークとするものと、63 μ mを超えた粒径をピークとする2山型とすることが好ましい。図5の100 μ m近辺をピークとする粒度分布の山(63 μ mを超えた粒径のピーク)が明瞭であることが好ましい。両ピークの存在により充填密度が高くなる傾向があり、リサイクル適性を向上させることも一因と考えられる。図4の加熱品を微粉碎したもの(図5の微粉碎品)は、本願のALC用リサイクル原料の例示である。

40

【0021】

更に、微粉碎機には、前記タンブリング方式に加えて、縦型ミル又はフレットミルのローラー方式を用いて、微粉碎したものをを用いることができる。このとき、ローラーミル方式で過粉碎気味となった微粉末であっても、ハンマークラッシャー、ピンミルなど圧壊力の小さな粗粉碎機での前記粗粉の加熱品、を合計で20質量%を限度に追加混合させること

50

により、粒度分布が $63\mu\text{m}$ 以下の粒径をピークとするものと、 $63\mu\text{m}$ を超えた粒径のピークを鮮明にして2山型とし、リサイクル適性を回復させることも可能である。

【0022】

以上、余剰ALCのリサイクル適性は、所定の粗粉碎、加熱、微粉碎を、この順番で所定の粗粉碎条件、加熱条件、微粉碎条件で行って得られるのもので、この適性を有する余剰ALCを、その構造又は特性のみにより直接特定することが不可能である。

【0023】

ここで、余剰ALCを構成する成分のうち、主要な鉱物はトバモライトである。トバモライトは、 $100\sim 330$ で大きく脱水し、 400 までの脱水は層間水で、 800 までの脱水は構造水と考えられている。そして、 900 以上の加熱で、トバモライトは、ワラストナイトに変化する。しかし、前述の通り、 300 以下の加熱でもX線回折に変化のある構造変化をもたらす脱水が認められ、再利用可能な珪酸質分量が増加し、次いで適度の微粉碎によって、発現可能な珪酸質分量が更に増加するものと思われる。ところが、発現可能な珪酸質分量は、脱水率のみでは一律には決定されないと思われる。トバモライトの結晶格子が保持される適度な脱水で、被粉碎性が向上し、後の適度な粉碎条件で、または、適度な粒度分布への回復措置で安定したリサイクル適性が発揮できる。

【0024】

原料 調合

余剰ALCの所定量を用いて、ALCを製造した。原料の混合割合は、余剰ALCと珪石を合わせて 48 質量%とし、原料の混合割合は、余剰ALC $8\sim 20$ 質量%、珪石 $28\sim 40$ 質量%、生石灰 $6\sim 10$ 質量%、セメント $12\sim 22$ 質量%、石膏 $2\sim 4$ 質量%、クラスト(オートクレーブ養生前の半硬化体をピアノ線で切断したときに発生する余剰端部を水で解砕した物)配合 $20\sim 30$ 質量%(乾燥重量から算出)とし、この混合物全体に対してアルミニウム粉 0.06 質量%と水とを加えてスラリーを調整した。水を後添加することが好ましい。特に、珪石は乾式であることが好ましい。

【発明の効果】

【0025】

本発明は、特別な測定装置が不要で工程管理が簡便であり、特別な焼成設備も必要とせず、品質管理が容易で、余剰ALCのリサイクル原料を内割固形分で 10 質量%から 20 質量%程度まで使用しても、リサイクル原料量の変動を受けにくく、従来品と同程度の圧縮強度を安定して保持できるALCの製造法を提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】 1.2mm 全通とした余剰ALCの脱水減量(質量%)と加熱処理時間の関係を示した図である。

【図2】 1.2mm 全通とした余剰ALCの脱水率(質量%)と加熱処理時間の関係を示した図である。

【図3】各加熱温度で、3時間の加熱処理した余剰ALCのX線回折チャ-トを示した図である。

【図4】 1.2mm 全通とした余剰ALCを粗粉碎したのち、 150 で 1.5 時間加熱したリサイクル原料の中間品(粗粉碎後の加熱品)の粒度分布を示した図である。

【図5】 1.2mm 全通とした余剰ALCを粗粉碎したのち、 150 で 1.5 時間加熱し、ボールミルで 15 分間微粉碎した本願ALC用リサイクル原料の粒度分布を例示した図である。

【発明を実施するための最良の形態】

【0027】

原料と組成について

JFEミネラル社製珪石と、ALC製造工程で得られた切削片を余剰ALCとして、合わせて 48 質量%とし、原料の混合割合は、余剰ALCを $8\sim 20$ 質量%、珪石を $28\sim 40$ 質量%、吉沢社製生石灰を $6\sim 10$ 質量%、太平洋セメント社製早強ポルトランドセメ

10

20

30

40

50

ントを12～22質量%、国際商事社製二水石膏を2～4質量%、前記クラストを20～30質量%配合して、合計で100質量%にした。この混合物に対してアルミニウム粉0.06質量%を加え混合した。

【0028】

余剰ALCの粗粉碎

余剰ALCの粗粉碎にはハンマークラッシャーを用いた。

【0029】

加熱方法

粗粉碎した余剰ALCの熱処理用加熱器には熱風乾燥機を用いた。

【0030】

微粉碎方法

熱処理した余剰ALCの微粉碎機にはボールミルを用いた。

【0031】

本発明の軽量気泡コンクリートは次のような製造方法によって得られる。材料として、微粉碎工程を施した余剰ALCの他に、珪石、石英などの粉末のケイ酸質原料と、生石灰、消石灰、ポルトランドセメントなどの粉末の石灰質原料、石膏、発泡剤を用い、これらに水を混合して混合スラリーと成し、これを型枠に入れる。次に発泡させるが、その方法はアルミニウムなどの金属粉末から成る発泡剤を用い、そのガス発生によって発泡させる。

【0032】

しかる後に、所定の寸法に切断した後、オートクレーブ蒸気養生で水熱反応させ、トバモライトを生成させる。なお、オートクレーブ養生条件は180℃、10気圧で行う。

【0033】

以上のような原料、条件、範囲、方法を適宜組み合わせることにより、本発明のような優れた圧縮強度を有する軽量気泡コンクリートを得ることができる。

【0034】

次に、本発明の軽量気泡コンクリートの実験例について述べる。使用原料は、余剰ALC、珪石、早強ポルトランドセメント、生石灰、石膏である。混合割合は表1の様に余剰ALCと珪石を合わせて48質量%とし、余剰ALCを8～20質量%、珪石を28～40質量%で変化させ、生石灰を10質量%、早強ポルトランドセメントを20質量%、二水石膏を2質量%、クラストは、原料の混合割合を同一とする工程で、切断したものを20質量%配合して、合計で100質量%にした。この混合物に対してアルミニウム粉0.06質量%を加え、固形分に対し70質量%の水で混練した後に型枠に流し込んだ。型枠内で発泡および水和反応させ、半固化状態まで静置させ、その後オートクレーブ容器に入れ、180℃、10気圧の飽和蒸気雰囲気中で、5時間養生を行った。

【0035】

圧縮強度試験は、JIS A 5416-2016に準拠し、試験体サイズは、100×100×100mmである。密度試験も、JIS A 5416-2016に準拠した。

【0036】

10

20

30

【表 1】

実験例	余剰ALC処理品			珪石 配合比	密度 [kg/m ³]	圧縮強度 [N/mm ²]
	熱処理 温度	63 μ 残分	配合比			
実験例1	未処理	67%	8%	40.0%	497	3.8
実験例2	未処理	67%	10%	38.0%	496	3.5
実験例3	未処理	67%	13%	35.0%	497	3.2
実験例4	未処理	67%	16%	32.0%	499	2.8
実験例5	105℃	67%	16%	32.0%	496	3.1
実験例6	105℃	67%	20%	28.0%	495	3.0
実験例7	105℃	45%	10%	38.0%	495	4.0
実験例8	105℃	45%	13%	35.0%	497	3.9
実験例9	105℃	45%	16%	32.0%	497	3.8
実験例10	105℃	45%	20%	28.0%	496	3.8
実験例11	150℃	45%	10%	38.0%	496	4.1
実験例12	150℃	45%	13%	35.0%	496	4.0
実験例13	150℃	45%	16%	32.0%	498	3.8
実験例14	150℃	45%	20%	28.0%	497	3.9
実験例15	200℃	45%	10%	38.0%	498	4.2
実験例16	200℃	45%	13%	35.0%	496	4.2
実験例17	200℃	45%	16%	32.0%	497	3.8
実験例18	200℃	45%	20%	28.0%	495	3.9
実験例19	275℃	45%	10%	38.0%	498	4.1
実験例20	275℃	45%	13%	35.0%	498	3.8
実験例21	275℃	45%	16%	32.0%	497	3.8
実験例22	275℃	45%	20%	28.0%	499	3.8
実験例23	300℃	45%	16%	32.0%	496	3.7
実験例24	300℃	45%	20%	28.0%	499	3.7
実験例25	105℃	30%	16%	32.0%	495	3.8
実験例26	105℃	30%	20%	28.0%	498	4.0
実験例27	150℃	30%	16%	32.0%	499	4.0
実験例28	150℃	30%	20%	28.0%	496	4.0
実験例29	275℃	30%	16%	32.0%	499	4.1
実験例30	275℃	30%	20%	28.0%	499	3.8
実験例31	105℃	20%	16%	32.0%	496	4.2
実験例32	105℃	20%	20%	28.0%	497	4.0
実験例33	150℃	20%	16%	32.0%	498	4.0
実験例34	150℃	20%	20%	28.0%	496	3.9
実験例35	275℃	20%	16%	32.0%	499	4.1
実験例36	275℃	20%	20%	28.0%	498	4.0
実験例37	300℃	15%	16%	32.0%	502	3.6
実験例38	300℃	15%	20%	28.0%	503	3.6

10

20

30

【0037】

圧縮強度は、JIS A 5416 - 2016では3.0 N/mm²以上と規定されるが、実用上は、より高強度品が好ましいため、圧縮強度3.6 N/mm²以上を合格品とした。所定加熱処理条件と所定63 μ m残分量の実施で、10質量%から20質量%までの余剰ALCの混合割合で、この圧縮強度が安定的に保持された。切削加工の容易性を考慮すると、4.0 N/mm²前後が特に好ましい。実験例1 - 6がこの範囲を外れる比較例となった。これ以外の実験例（実施例）では課題を解決できる良好な結果を示した。ここで、実験例1 - 6を除く実施例では、すべて、粒度分布が63 μ m以下の粒径をピークとするものと、63 μ mを超えた粒径をピークとする2山型が認められた。

40

【0038】

なお、ALCの標準組成を、余剰ALC8～20質量%、珪石28～40質量%、生石灰6～10質量%、セメント12～22質量%、石膏2～4質量%、クラスト配合20～3

50

0 質量%の幅で変動させても、ALCの圧縮強度が、 3.6 N/mm^2 以上を保持できた。また、生石灰 6 ~ 8 質量%に限定した上記条件では、ALCの圧縮強度が、 3.8 N/mm^2 以上 4.2 N/mm^2 以下の範囲で安定し、より好ましい結果であった。

【要約】

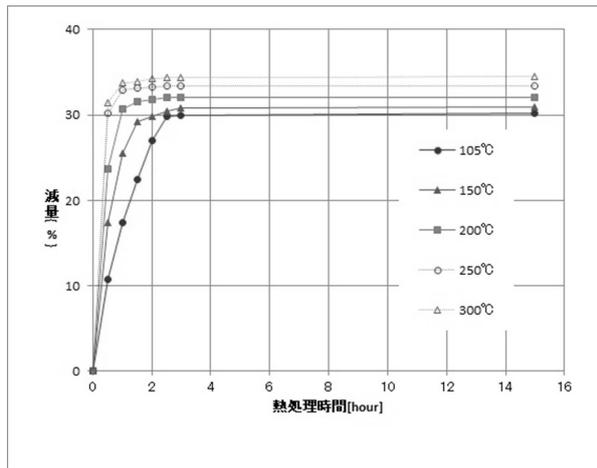
【課題】本発明は、特別な測定装置が不要で工程管理が簡便であり、特別な焼成設備も必要とせず、品質管理が容易で、余剰ALCのリサイクル原料を内割固形分で10質量%から20質量%程度まで増量して使用しても、リサイクル原料量の変動を受けにくく、従来品と同程度の圧縮強度を安定して保持できる、ALCのリサイクル原料、及びこれを用いたALCの製造法を提供することを課題とする。

【解決手段】余剰ALCを粗粉碎した粗粉を、 $105 \sim 300$ で加熱処理をした後、微粉碎機で、 $63 \mu\text{m}$ 篩残分が45質量%以下となるまで微粉碎したALC用リサイクル原料、及び、これを内割固形分でALC原料全体の10質量%から20質量%添加することを特徴とするALCの製造方法を提供する。

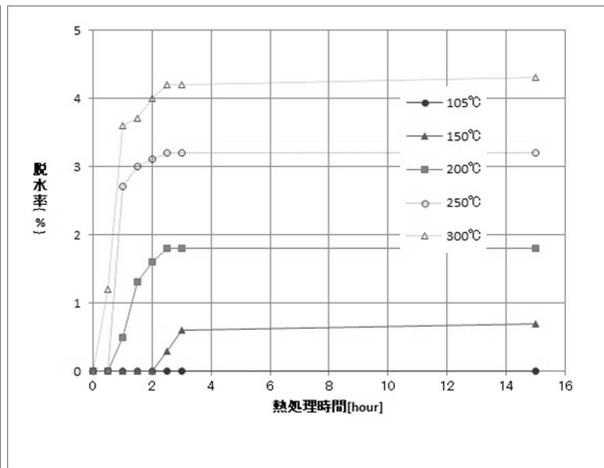
【選択図】 図1

10

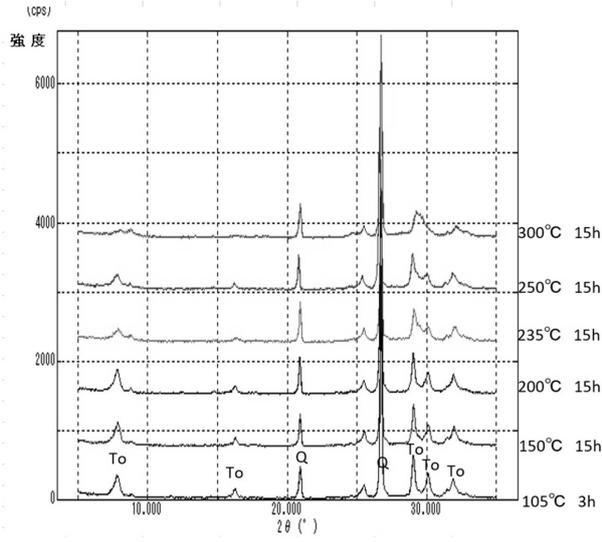
【図1】



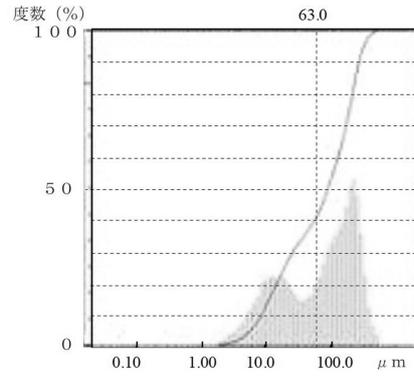
【図2】



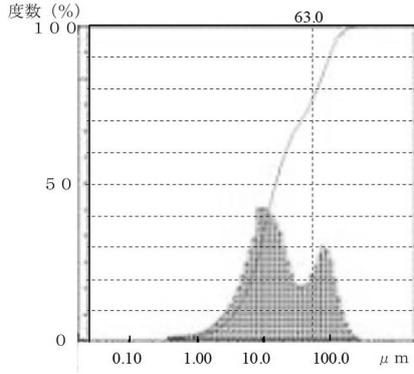
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2003-267770(JP,A)
特開2003-055027(JP,A)
特開2005-104791(JP,A)
特開2001-199757(JP,A)
特開2000-005720(JP,A)
特開2001-139359(JP,A)
特開2001-302292(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C04B 28/00 - 28/36
C04B 38/02
B09B 3/00
B09B 5/00
C04B 7/24