

明 細 書

発明の名称：粉末状水硬性組成物

技術分野

[0001] 本発明は、粉末状水硬性組成物に関する。詳しくは、粉末状水硬性組成物、水硬性組成物、該水硬性組成物の製造方法、水硬性組成物硬化体及び該水硬性組成物硬化体の製造方法に関する。

背景技術

[0002] セメントクリンカーを1 t 焼成する際のCO₂排出量は原料、燃料の焼成由来で約1.1 tとされており、セメントコンクリート関連のCO₂排出量は、建設産業におけるCO₂総排出量のうち約40%を占めるとされている。

[0003] このため、昨今の建設産業においては低炭素社会の実現に向けた取り組みとして、コンクリート又はモルタルの結合材としてポルトランドセメントに代わる材料を使用することで、コンクリート又はモルタル製造時のCO₂排出量を可及的に低減する技術開発が進められている。

[0004] 係る状況により、近年ではポルトランドセメントの代替材料として、ジオポリマーが注目されている。ジオポリマーは、例えば、セメントクリンカーを使用せず、非晶質の珪酸アルミニウムを主成分とした原料（活性フィラー）とアルカリ溶液を用いて硬化させたものとされている（非特許文献1）。

[0005] ジオポリマーをコンクリート又はモルタルの結合材に使用することで、フライアッシュやスラグ微粉末などの産業副産物の大量消費も可能であり、更にはポルトランドセメントと比較して約75%のCO₂排出量削減が可能との試算もなされている。このようにジオポリマーは低炭素・資源循環型社会実現のための革新的なコンクリート又はモルタル用の結合材として注目されている。

[0006] 例えば、特許文献1には、活性フィラーとして非晶質の珪酸アルミニウムを主成分とする、高炉スラグ微粉末、フライアッシュ、下水焼却汚泥を使用し、アルカリ活性剤として水ガラス（珪酸ナトリウム溶液）または珪酸カリ

ウム溶液と水酸化ナトリウム溶液、水酸化カリウム溶液を混合して使用するジオポリマー組成物が開示されている。

- [0007] また、特許文献2においては、粉体原料として非晶質の珪酸アルミニウムを主成分とする、高炉スラグ微粉末およびフライアッシュを含み、細骨材と、シリカフュームとを粉体混合して得られたものをプレミックスジオポリマー組成物としている。特許文献2には、前記プレミックスジオポリマー組成物とアルカリ源として水酸化カリウム溶液または水酸化ナトリウム水溶液とを混合することでジオポリマー硬化体を得る、ジオポリマー組成物の製造方法が開示されており、常温硬化が可能となっている。

先行技術文献

特許文献

- [0008] 特許文献1：特開2008-239446号公報

特許文献2：特開2021-66613号公報

非特許文献

- [0009] 非特許文献1：一宮一夫、外2名、「ジオポリマーの現状と今後の展望」、コンクリート工学、2018年、第56巻、第5号、p. 410

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0010] 上記特許文献1に開示されたジオポリマー組成物は、劇物に指定される5質量%濃度以上の水酸化アルカリ溶液をアルカリ活性剤として使用しなければ、十分に強度の高い硬化体を得ることができない。
- [0011] また、特許文献2に開示されたジオポリマー組成物も、同様に、劇物に指定される濃度5質量%以上の水酸化カリウム、水酸化ナトリウムの水溶液を使用するため、製造作業の危険性が高い。また、製造現場において、アルカリ溶液の正確な調製が必要であり、調製作業の困難さによりジオポリマー組成物の物性のバラつきが大きくなると予想できる。
- [0012] つまり、製造現場において危険性の高い強アルカリ溶液の調製作業を一切

必要とせず、汎用材料であるセメントと同様に純水と混合することで、常温においても硬化が可能な粉末状水硬性組成物として実用可能なものは未だ開示されていない。

[0013] すなわち、上記ジオポリマーと同様に、セメントの代替となるコンクリート又はモルタルの結合材として常温で硬化可能かつ、コンクリート製造時の作業性や安全性を改善する水硬性組成物の開発が望まれている。

[0014] 本発明は、上記に鑑みてなされたものであり、水と混ぜるだけで常温においても硬化が可能であり、アルカリ活性剤中のアルカリ源及びシリカ源が粉体化された粉末状水硬性組成物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

[0015] 本発明者らは、上記課題を解決するため鋭意検討した結果、フライアッシュ及び／又はスラグ微粉末を含む粉末原料Aと、アルカリ珪酸塩粉末及び／又はアルカリ炭酸塩粉末を含む粉末原料Bと、を含有する粉末状水硬性組成物とすることで、水と混ぜるだけで常温においても硬化が可能となることを見出し、本発明の完成に至った。

[0016] すなわち、第一の本発明は、フライアッシュ及びスラグ微粉末より選ばれる少なくとも1つ以上を含む粉末原料Aと、アルカリ珪酸塩粉末及びアルカリ炭酸塩粉末より選ばれる少なくとも1つ以上を含む粉末原料Bと、を含有することを特徴とする粉末状水硬性組成物である。

[0017] 第二の本発明は、フライアッシュ及びスラグ微粉末より選ばれる少なくとも1つ以上を含む粉末原料Aと、アルカリ珪酸塩粉末及びアルカリ炭酸塩粉末より選ばれる少なくとも1つ以上を含む粉末原料Bと、水とを含有する水硬性組成物である。

[0018] 第三の本発明は、フライアッシュ及びスラグ微粉末より選ばれる少なくとも1つ以上を含む粉末原料Aと、アルカリ珪酸塩粉末及びアルカリ炭酸塩粉末より選ばれる少なくとも1つ以上を含む粉末原料Bと、水とを混合する水硬性組成物の製造方法である。

[0019] 第四の本発明は、前記水硬性組成物の硬化物である水硬性組成物硬化体で

ある。

[0020] 第五の本発明は、前記水硬性組成物を 5℃～90℃の温度範囲で養生する水硬性組成物硬化体の製造方法である。常温（5℃～35℃）で養生することが好ましい。

[0021] 第一～第五の本発明において、粉末原料 A はフライアッシュおよびスラグ微粉末を含み、粉末原料 B はアルカリ珪酸塩粉末およびアルカリ炭酸塩粉末を含むことが好ましい。

[0022] 第一～第五の本発明において、アルカリ珪酸塩粉末は珪酸ナトリウム粉末であることが好ましい。また、アルカリ炭酸塩粉末は炭酸ナトリウム粉末であることが好ましい。

発明の効果

[0023] 本発明によれば、水と混合することで、常温においても硬化が可能な粉末状水硬性組成物を提供することができる。毒物及び劇物取締法に指定される、濃度 5 質量%以上の水酸化ナトリウムまたは水酸化カリウムを含むアルカリ溶液を使用しないため、水硬性組成物及びその硬化物である水硬性組成物硬化体の製造作業を安全性の改善されたものとすることができる。また、粉末状水硬性組成物を単に水と混合することで常温硬化が可能であることに付随して、製造現場における正確なアルカリ溶液の調製が不要となり、得られる水硬性組成物硬化体の物性のバラつきを低減できる。また、その後の強度発現性に優れる水硬性組成物（ジオポリマー組成物）を提供することができる。従って、セメントの代替となり得る、より汎用性の高い粉末状水硬性組成物を提供することができ、建設産業において汎用的かつ好適的に使用できる。

発明を実施するための形態

[0024] 以下、本発明の実施形態を詳細に説明するが、本発明は当該実施形態に限定されるものではない。なお、本明細書における「部」や「%」は特に規定しない限り質量基準とする。

[0025] <粉末状水硬性組成物>

本発明の粉末状水硬性組成物は、フライアッシュ及びスラグ微粉末より選ばれる少なくとも1つ以上を含む粉末原料Aと、アルカリ珪酸塩粉末及びアルカリ炭酸塩粉末より選ばれる少なくとも1つ以上を含む粉末原料Bとを含有する。上記、本発明の粉末状水硬性組成物をジオポリマー組成物、粉末状水硬性組成と水とを含有する水硬性組成物の硬化物である水硬性組成物硬化体をジオポリマー硬化体と称することがある。

[0026] (粉末原料A)

粉末原料A（活性フィラー（非晶質のケイ酸アルミニウムを主成分とした原料））には、フライアッシュ及びスラグ微粉末より選ばれる少なくとも1つ以上が含まれる。

[0027] (フライアッシュ)

粉末原料Aに含まれるフライアッシュは、石炭火力発電所等で石炭燃焼の際に副生する石炭灰のうち、集塵器で排ガス中から回収される微細な灰である。 SiO_2 、 Al_2O_3 を主成分とし、JIS A 6201において、粒度やフロー値に基づきⅠ～Ⅴ種に規格されている。フライアッシュの規格は特に限定されるものではないが、その粒度が細かく反応性に富むⅠ種、Ⅱ種が好ましい。

[0028] (スラグ微粉末)

粉末原料Aに含まれるスラグ微粉末は、銑鉄を生成する際に生じるものであり、 CaO 、 SiO_2 、 Al_2O_3 、 MgO を主成分として含む。スラグ微粉末としては、例えば、カルシウムを、酸化カルシウム(CaO)換算で20質量%以上60質量%以下含有するものが挙げられる。本発明の粉末状水硬性組成物を水と混合して水硬性組成物とすると、このようなスラグ微粉末が液相中のアルカリ成分やシリカ成分と反応し、より耐久性の高い硬化体を得ることができる。また、スラグの種類は特に限定されず、高炉スラグ、製鋼スラグの何れでもよく、高炉スラグが反応性の観点から好ましい。特にJIS A 6206に規格されたものを使用することが好ましい。

[0029] 粉末原料Aには、フライアッシュ及びスラグ微粉末より選ばれる少なくと

も1つ以上が含まれていればよいが、フライアッシュ及びスラグ微粉末が含まれていることが好ましい。

[0030] 粉末原料Aがフライアッシュ及びスラグ微粉末を含んでいる場合、粉末原料Aにおける、フライアッシュとスラグ微粉末の合計量に対するフライアッシュの含有率は50～90質量%であることが好ましく、60～85質量%であることがより好ましい。50質量%以上であることで、水と混合して水硬性組成物としたときに、流動性を良好に維持でき十分な作業性が得られやすいことや、フライアッシュの有効利用拡大という観点からも好ましい。また、90質量%以下であることで、初期材齢において水硬性組成物硬化体の良好な強度発現性が得られる。

[0031] また、粉末原料Aにおける、フライアッシュ及びスラグ微粉末の合計量の含有率は、80質量%以上であることが好ましく、90質量%以上であることがより好ましく、95質量%以上であることがさらに好ましく、実質的に100質量%であることが特に好ましい。

[0032] (粉末原料B)

粉末原料B(アルカリ活性剤)には、アルカリ珪酸塩粉末及びアルカリ炭酸塩粉末より選ばれる少なくとも1つ以上が含まれる。

[0033] (アルカリ珪酸塩粉末)

粉末原料Bに含まれるアルカリ珪酸塩粉末としては、珪酸ナトリウム粉末($\text{SiO}_2/\text{NaO}_2$ モル比:1.95～3.4程度)、及びメタ珪酸ナトリウム粉末(1種、2種)、珪酸カリウム粉末、メタ珪酸カリウム粉末、珪酸リチウム粉末などが挙げられる。強度発現性や耐久性が優れることや、比較的安価な粉末材料であることから、珪酸ナトリウム粉末($\text{SiO}_2/\text{NaO}_2$ モル比:1.950～2.2程度、 H_2O =約20質量%)が好ましい。

[0034] (アルカリ炭酸塩粉末)

粉末原料Bに含まれるアルカリ炭酸塩粉末としては、炭酸ナトリウム(Na_2CO_3)、炭酸カリウム(K_2CO_3)、炭酸リチウム(Li_2CO_3)などが挙げられる。比較的安価でスラグ微粉末に対して高い反応性を示す、炭酸

ナトリウム粉末が好ましい。

[0035] 粉末原料Bには、アルカリ珪酸塩粉末、アルカリ炭酸塩粉末より選ばれる少なくとも1つ以上が含まれていればよいが、アルカリ珪酸塩粉末及びアルカリ炭酸塩粉末が含まれていることが好ましい。

[0036] 粉末原料Bがアルカリ珪酸塩粉末及びアルカリ炭酸塩粉末を含んでいる場合、粉末原料Bに含まれる、アルカリ珪酸塩粉末及びアルカリ炭酸塩粉末に含まれる珪素(Si)のアルカリ金属元素(AL)に対するモル比は Si/AL は0.05~0.85であることが好ましい。 Si/AL を0.05以上とすることで、水硬性組成物硬化体の収縮を低減でき、 Si/AL を0.85以下とすることで水硬性組成物を現場作業に用いやすい流動性を確保できる。上記の点から、 Si/AL は0.2~0.75とすることがより好ましい。

[0037] また、粉末原料Bにおける、アルカリ珪酸塩粉末及びアルカリ炭酸塩粉末の合計量の含有率は、80質量%以上であることが好ましく、90質量%以上であることがより好ましく、95質量%以上であることがさらに好ましく、実質的に100質量%であることが特に好ましい。

[0038] また、粉末原料Bは、水酸化ナトリウム等のアルカリ水酸化物を含まないことが好ましい。これにより、作業の安全性が高まる。

[0039] 本発明の粉末状水硬性組成物は、粉末原料Aがフライアッシュ及びスラグ微粉末を含み、かつ、粉末原料Bがアルカリ珪酸塩粉末及びアルカリ炭酸塩粉末を含むことが特に好ましい。これにより、セメント硬化体と比較してカルシウム含有量が低くなることや、水硬性組成物硬化体中に複鎖構造の重合体が形成されることから、耐酸性や耐久性が向上する。

[0040] 本発明の粉末状水硬性組成物には、上記以外に、本発明の作用効果を損ねない範囲で、各種の混和剤、混和材を添加することができる。例えば、流動化剤、収縮低減剤、防錆剤、防水材、凝結遅延剤、消泡剤、粉塵低減剤、顔料、炭酸カルシウム粉末等のコンクリートに用いられる公知の材料が挙げられる。この場合、本発明の粉末状水硬性組成物における、フライアッシュ及

びスラグ微粉末並びにアルカリ珪酸塩粉末及びアルカリ炭酸塩粉末の合計量の含有率は、80質量%以上であることが好ましく、90質量%以上であることが好ましい。

[0041] 本発明の粉末状水硬性組成物には、上記以外に、更に水硬性組成物の用途に応じて、各種の骨材を添加することができる。例えば、軽量骨材、普通骨材、重量骨材、石灰石骨材、スラグ骨材、珪砂等のコンクリートに用いられる公知の骨材が挙げられる。

[0042] <粉末状水硬性組成物の製造方法>

本発明の粉末状水硬性組成物の製造は、フライアッシュ及びスラグ微粉末より選ばれる少なくとも1つ以上を含む粉末原料Aと、アルカリ珪酸塩粉末及びアルカリ炭酸塩粉末より選ばれる少なくとも1つ以上を含む粉末原料Bとを粉体で混合する粉体混合工程を含む。なお、該粉体混合工程の後に粉末状の流動化剤や凝結遅延剤等の各種の混和材料、骨材を混合する2次粉体混合工程を設けてもよい。

[0043] 本発明の粉末状水硬性組成物は、プレミックス組成物として用いることができる。プレミックス組成物とすることで、プレミックス組成物を水と混合するだけで下記の水硬性組成物を製造することが可能となり、これを養生して硬化体とすることができる。このように、プレミックス組成物を利用した本発明の硬化体は、例えば、粉体原料Bを溶液（アルカリ溶液）として用いて製造した硬化体と比べて、圧縮強度が高く、強度むらが少ない。

[0044] <水硬性組成物>

本発明の水硬性組成物は、フライアッシュ及びスラグ微粉末より選ばれる少なくとも1つ以上を含む粉末原料Aと、アルカリ珪酸塩粉末及びアルカリ炭酸塩粉末より選ばれる少なくとも1つ以上を含む粉末原料Bと、水とを含有する組成物であり、例えば、上記本発明の粉末状水硬性組成物と水とを含有する組成物である。また、モルタルやコンクリート等を作製する際の構成原料の一部として、本実施形態における粉末状水硬性組成物が存在する場合もある。

[0045] 粉末原料Bに含まれるアルカリ金属元素（AL）の水（W）に対するモル比AL/Wは0.05～0.3であることが好ましい。AL/Wを0.05以上とすることで、常温でも水硬性組成物硬化体の圧縮強度を確保でき、AL/Wを0.3以下とすることで、水硬性組成物を現場作業に用いやすい流動性を確保できる。上記の観点から、AL/Wは0.05～0.18とすることがより好ましく、0.08～0.12とすることがさらに好ましい。

[0046] <水硬性組成物の製造方法>

本発明の水硬性組成物は、上記粉末原料Aと粉末原料Bと水と、必要に応じて各種の混和材料、骨材を同時若しくは順次所定量配合し、適宜、混練装置によって混練することによって製造できる。混練装置は特に限定されるものではなく、例えば、コンクリートを混練するために使用される強制二軸ミキサ等が挙げられる。

[0047] 水硬性組成物の製造方法は、例えば、粉末原料A、粉末原料B及び骨材を粉体混合する粉体混合工程、又は本発明の粉末状水硬性組成物と骨材とを粉体混合する粉体混合工程と、粉体混合工程の後に水を投入して混練する混練工程を含む。なお、混練工程において流動化剤や凝結遅延剤等の混和剤、混和材を同時に混合して混練してもよいし、混練工程の後に流動化剤や凝結遅延剤等の混和剤、混和材を混合して混練する2次混練工程を設けてもよい。

[0048] <水硬性組成物硬化体の製造方法>

混練工程又は2次混練工程の後に、水硬性組成物を5℃～90℃の温度範囲養生することで水硬性組成物の硬化物である水硬性組成物硬化体を得ることができる。特に、本発明の水硬性組成物は、5～35℃の常温での養生で圧縮強度に優れた水硬性組成物硬化体を得ることができる。他の養生条件は特に限定されるものではなく、一般的に用いられる養生条件でよい。例えば、蒸気養生、封緘養生、気中養生、水中養生等が用いられる。

[0049] 本発明の水硬性組成物又は水硬性組成物硬化体の製造方法によれば、その調製の際に製造現場でアルカリ溶液の調製が不要なため、公知のジオポリマーと比較して作業性に優れる。また、原料に劇物を使用しない為、公知のジ

オポリマー組成物と比較して作業の安全性に優れる。また、公知のジオポリマーと比較して、水酸化アルカリよりも安価な炭酸ナトリウムを使用する為、コスト面に優れる。また、常温養生において公知のジオポリマー硬化体より圧縮強度も良好である。従って、公知のジオポリマーと比較して、作業性、作業の安全性、コスト、及び硬化物の強度発現性が、より良好になるという利点を有する。このため、セメント組成物又はコンクリート組成物に換えて、本発明の粉末状水硬性組成物を用いて得られる水硬性組成物硬化体は、種々の用途に使用することができる。

実施例

[0050] 以下、具体的な実施例を挙げ、本発明をさらに詳細に説明する。但し、本発明は以下の実施例のみに限定されない。本発明の特長が大きく損なわれない限り、各種の変形例や応用例も本発明に含まれる。

[0051] (原材料)

粉末原料A (フライアッシュ、スラグ微粉末)

(1) フライアッシュ：フライアッシュⅡ種 (JIS A 6201に準拠)

(2) スラグ微粉末：高炉スラグ微粉末4000 (JIS A 6206に準拠)

粉末原料B (アルカリ珪酸塩粉末、アルカリ炭酸塩粉末)

(3) 粉末珪曹：珪酸ナトリウム粉末 ($\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ モル比=1.98、 H_2O =約20質量%、(株)トクヤマ社製)

(4) ソーダ灰：炭酸ナトリウム粉末 ((株)トクヤマ社製)

その他の原材料

(5) 骨材：細骨材 (JIS標準砂)

(6) 水：イオン交換水

(7) 水酸化ナトリウム：特級試薬 (富士フイルム和光純薬(株)製)

(8) 水ガラス1号：珪酸ナトリウム溶液 (1号) ($\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}$ モル比=2.01、キシダ化学(株))

[0052] (実施例 1 ～ 6)

[粉末状水硬性組成物の調製]

粉末原料 (A) としてフライアッシュ及びスラグ微粉末、粉末原料 (B) として粉末珪曹及びソーダ灰を、下記の表 1 の配合表に従い秤量し、ポリエチレン製の袋に入れ 3 分間攪拌することで、均一の分散状態の粉末状水硬性組成物を調製した。

[0053] [表1]

	P		ALW					JIS 標準砂 (g)	AL/W (モル比)	Si/AL (モル比)	(AL+W)/P (体積比)
	フライアッシュ (g)	スラグ微粉末 (g)	ソーダ灰 (g)	NaOH35% 溶液 (g)	粉末珪曹 (g)	水ガラス1号 1.5倍希釈 (g)	水 (g)				
比較例1	315	135	—	44.0	—	189	48.0	1350	0.10	0.71	1.14
実施例1	315	135	16.9	—	89.3	—	180	1350	0.10	0.71	1.14
実施例2	315	135	16.4	—	87.0	—	176	1350	0.10	0.71	1.11
実施例3	315	135	20.4	—	90.5	—	176	1350	0.11	0.67	1.14
実施例4	315	135	51.7	—	26.8	—	199	1350	0.11	0.20	1.15
実施例5	289	161	50.9	—	26.5	—	196	1350	0.11	0.20	1.15
実施例6	241	209	49.6	—	25.7	—	191	1350	0.11	0.20	1.15

[0054] ※AL/W：ソーダ灰、粉末珪曹または、水酸化ナトリウム、水ガラス1号に含まれる、アルカリ金属元素 (AL) の水 (W) に対するモル比。

※Si/AL：ソーダ灰、粉末珪曹または、水酸化ナトリウム、水ガラス1号に含まれる、珪素 (Si) のアルカリ金属元素 (AL) に対するモル比。

※(AL+W)/P：ソーダ灰、粉末珪曹または、水酸化ナトリウム、水ガラス1号と水を混合した溶液と、フライアッシュ、スラグ微粉末との体積比。

[0055] [水硬性組成物を使用したモルタルの練混ぜ]

上記粉末状水硬性組成物と所定量の水をホバートミキサーへ投入後 1 分間攪拌し、骨材 1350g を投入して 30 秒間練混ぜを行い、掻き落としを 15 秒間行った後にさらに 2 分間練混ぜを行うことにより、均一に練混ぜられた水硬性組成物をモルタルとして得た。得られたモルタルについて、15 打モルタルフロー値、圧縮強度を測定し、その結果を表 2、3 に示した。

[0056] (比較例 1)

比較例 1 は、水酸化ナトリウム溶液と水ガラス 1 号とからなるアルカリ活性剤を使用した従来のジオポリマー組成物である。なお、圧縮強度や 15 打モルタルフロー値 (流動性) に寄与する AL/W (モル比)、Si/AL (

モル比) および、ALW/P (体積比) は実施例 1 と合わせた。

[0057] [アルカリ活性剤及び粉末原料 A の調製]

まず、水、水酸化ナトリウム及び水ガラス 1 号を、表 1 の配合表に従い秤量し、混合溶液を調製し、アルカリ活性剤を得た。次に、フライアッシュ及びスラグ微粉末を、表 1 の配合表に従い秤量し、ポリエチレン製の袋に入れ 3 分間攪拌することで、均一の分散状態の粉末原料 A を調製した。

[0058] [アルカリ活性剤及び粉末原料 A を使用したジオポリマー組成物モルタルの練混ぜ]

上記粉末原料 A とアルカリ活性剤をホバートミキサーへ投入後 1 分間攪拌し、骨材 1350 g を投入して 30 秒間練混ぜを行い、掻き落としを 15 秒間行った後にさらに 2 分間練混ぜを行うことにより、均一に練混ぜられたジオポリマー組成物モルタルが得られた。得られたモルタルについて、15 打モルタルフロー値、圧縮強度を測定し、その結果を表 2、3 に示した。

[0059] [モルタルフロー試験]

JIS A 5201 に記載のモルタルフロー試験に準拠し、実施例 1 ～ 6 及び比較例 1 のモルタルを作成直後に 15 回の落下運動を与えた後の 15 打モルタルフロー値を測定した。結果を、表 2 に示す。

[0060] [表2]

	15打モルタル フロー値(mm)
比較例1	194.1
実施例1	184.5
実施例2	176.9
実施例3	168.3
実施例4	204.8
実施例5	191.3
実施例6	167.2

(n=3)

[0061] [圧縮強度試験]

実施例 1 ～ 6 及び比較例 1 のモルタルをφ (直径) 50 mm × 100 mm の容器へ封入し、所定の材齢 (1 日、7 日及び、28 日) まで 20℃ で封緘養生を行った。

[0062] 所定の材齢 (1 日、7 日及び、28 日) まで養生したモルタルは、JIS

A 1 1 0 8に記載の圧縮強度試験法に準拠し、圧縮強度試験を実施し、圧縮強度を測定した。結果を、表3に示す。

[0063] [表3]

	圧縮強度試験(N/mm ²)		
	1日	7日	28日
比較例1	12.2	36.0	58.1
実施例1	12.6	50.1	66.8
実施例2	13.4	50.3	69.6
実施例3	13.87	48.67	66.73
実施例4	5.13	33.17	61.10
実施例5	2.3	41.9	62.6
実施例6	5.8	54.5	74.7

(n=3)

[0064] 表2に示す通り、実施例1～6では、比較例1と比較して、15打モルタルフロー値はやや低い傾向にあるが、作業性に与える影響はほとんどないと考えられる。また、表3に示す通り、実施例1～6では、比較例1と比較して、特に材齢7日以降で高い圧縮強度が得られることがわかる。

請求の範囲

- [請求項1] フライアッシュ及びスラグ微粉末より選ばれる少なくとも1つ以上を含む粉末原料Aと、
 アルカリ珪酸塩粉末及びアルカリ炭酸塩粉末より選ばれる少なくとも1つ以上を含む粉末原料Bと、
 を含有することを特徴とする粉末状水硬性組成物。
- [請求項2] 粉末原料Aがフライアッシュ及びスラグ微粉末を含み、
 粉末原料Bがアルカリ珪酸塩粉末及びアルカリ炭酸塩粉末を含むことを特徴とする請求項1記載の粉末状水硬性組成物。
- [請求項3] アルカリ珪酸塩粉末が珪酸ナトリウム粉末であることを特徴とする請求項1記載の粉末状水硬性組成物。
- [請求項4] アルカリ炭酸塩粉末が炭酸ナトリウム粉末であることを特徴とする請求項1記載の粉末状水硬性組成物。
- [請求項5] フライアッシュ及びスラグ微粉末より選ばれる少なくとも1つ以上を含む粉末原料Aと、
 アルカリ珪酸塩粉末及びアルカリ炭酸塩粉末より選ばれる少なくとも1つ以上を含む粉末原料Bと、
 水とを含有することを特徴とする水硬性組成物。
- [請求項6] 粉末原料Aがフライアッシュ及びスラグ微粉末を含み、
 粉末原料Bがアルカリ珪酸塩粉末及びアルカリ炭酸塩粉末を含むことを特徴とする請求項5記載の水硬性組成物。
- [請求項7] フライアッシュ及びスラグ微粉末より選ばれる少なくとも1つ以上を含む粉末原料Aと、
 アルカリ珪酸塩粉末及びアルカリ炭酸塩粉末より選ばれる少なくとも1つ以上を含む粉末原料Bと、
 水とを混合する水硬性組成物の製造方法。
- [請求項8] 粉末原料Aと粉末原料Bを混合した後、水を混合することを特徴とする請求項7記載の水硬性組成物の製造方法。

- [請求項9] 粉末原料 A がフライアッシュ及びスラグ微粉末を含み、
粉末原料 B がアルカリ珪酸塩粉末及びアルカリ炭酸塩粉末を含むこ
とを特徴とする請求項 7 記載の水硬性組成物の製造方法。
- [請求項10] 請求項 5 又は 6 に記載の水硬性組成物の硬化物である水硬性組成物
硬化体。
- [請求項11] 請求項 5 又は 6 に記載の水硬性組成物を 5℃～90℃の温度範囲で
養生することを特徴とする水硬性組成物硬化体の製造方法。
- [請求項12] 5℃～35℃で養生することを特徴とする請求項 11 記載の水硬性
組成物硬化体の製造方法。