

明 細 書

発明の名称：

超速硬グラウト材料、超速硬グラウトモルタル及び硬化体

技術分野

[0001] 本発明は、主に、土木・建築業界において使用される超速硬グラウト材料、超速硬グラウトモルタル及び硬化体に関する。

背景技術

[0002] 超速硬性で、自己充填性やセルフレベリング性をもつ超速硬グラウトモルタルは、合理化施工には欠かすことのできない材料である。

超速硬グラウトモルタルは、材齢3時間で所要の強度を発現し、硬化後に程よい膨張性を示すことから、構造物との強固な一体化を早期に実現可能な魅力ある材料であり、様々なものが提案されている（例えば、特許文献1～6参照）。

[0003] しかしながら、従来の超速硬グラウトモルタルは、場合によっては中性化抵抗性が低い課題があった。さらに、より高い鉄筋との付着強度を有することで、構造物との一体性、耐久性を担保したいといった課題があった。

中性化抵抗性の付与には、ポリマーエマルジョンや特定の粉末状乾燥収縮低減剤を併用することで中性化抵抗性をさらに向上させる効果が報告されている（例えば、特許文献7参照）。

しかしながら、中性化抵抗性は付与できるものの、ポリマーエマルジョンを使用しなければならず、コスト面で課題があり、さらに鉄筋との付着強度が向上する効果は確認されていない。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開平11-021160号公報

特許文献2：特開平11-139859号公報

特許文献3：特開2006-104013公報

特許文献4：米国特許第4，142，909明細書

特許文献5：特開2007-001828号公報

特許文献6：特許第5113496号公報

特許文献7：特開2008-169085号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0005] 本発明は、特定の塩素量を含有し、中性化抵抗性や鉄筋との付着強度、鉄筋の防錆率をより高めることで耐久性が向上できる超速硬グラウトモルタル、超速硬グラウトモルタル及び硬化体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

- [0006] 本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、本発明者らは、上記課題を解決すべく、種々の努力を重ねた結果、特定の塩素量を含有する超速硬グラウト材料が、流動性、中性化抵抗性や鉄筋との付着強度、鉄筋の防錆率をより高め、耐久性が向上できることを知見し、本発明を完成するに至った。本発明の要旨は、以下のとおりである。

[1] セメント、カルシウムアルミネート、石膏、ガス発泡物質、細骨材からなる超速硬グラウト材料であって、塩素の量が3 ppm以上1,800 ppm以下である、超速硬グラウト材料。

[2] 前記細骨材の化学成分は、CaOの割合が85質量%以上、SiO₂の割合が0.2質量%以上15質量%以下である、[1]に記載の超速硬グラウト材料。

[3] 前記細骨材は、JIS A 1121「ロサンゼルス試験機による粗骨材のすりへり試験」による粗粒率の低下が70%以上100%以下である、[1]又は[2]に記載の超速硬グラウト材料。

[4] 前記細骨材の化学成分は、K₂Oの割合が40 ppm以上3,000 ppm以下、SO₃の割合が40 ppm以上3,000 ppm以下、Fe₂O₃の割合が0.1質量%以上3.0質量%以下、Al₂O₃の割合が0.1質量%以上3.0質量%以下である、[1]～[3]のいずれかに記載の超速硬グ

ラウト材料。

〔５〕前記細骨材の含有割合は、前記セメント１００質量部に対して、４０質量部以上３００質量部以下である、〔１〕～〔４〕のいずれかに記載の超速硬グラウト材料。

〔６〕〔１〕～〔５〕のいずれかに記載の超速硬グラウト材料と水とを混練してなる超速硬グラウトモルタル。

〔７〕〔６〕に記載の超速硬グラウトモルタルを用いてなる硬化体。

発明の効果

〔０００７〕 本発明によれば、特定の塩素量を含有し、中性化抵抗性や鉄筋との付着強度、鉄筋の防錆率をより高めることで耐久性が向上できる超速硬グラウトモルタル、超速硬グラウトモルタル及び硬化体を提供することができる。

発明を実施するための形態

〔０００８〕 以下、本発明を詳細に説明する。

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である。

また、本明細書でいう超速硬グラウトモルタルとは、粗骨材のないペースト、細骨材を含有するモルタルを総称するものである。

〔０００９〕 本発明の超速硬グラウト材料は、セメント、カルシウムアルミネート、石膏、ガス発泡物質、細骨材を含有してなるものであり、塩素の量が３ｐｐｍ以上１，８００ｐｐｍ以下である。

本発明における超速硬グラウト材料は、含有する塩素の量に着目し、塩素の量が超速硬グラウト材料と鉄筋との付着強度に影響することを突き止めた。すなわち、超速硬グラウト材料に含まれる塩素の量が３ｐｐｍ未満だと、鉄筋との付着強度が低くなってしまふ。また、超速硬グラウト材料に含まれる塩素の量が１，８００ｐｐｍを超えると、防錆効果の低下をもたらしてしまふ。

超速硬グラウト材料に含まれる塩素の量は、鉄筋との付着強度を向上させる観点から、３０ｐｐｍ以上であることが好ましく、４０ｐｐｍ以上であることがより好ましく、５０ｐｐｍ以上であることがさらに好ましく、１００

ppm以上であることがよりさらに好ましく、130ppm以上であることが特に好ましい。また、超速硬グラウト材料に含まれる塩素の量は、中性化による鉄筋の防錆効果を高め、耐久性を向上させる観点から、3ppm以上、1,800ppm以下であることが求められるが、1,600ppm以下であることが好ましく、1,500ppm以下であることがより好ましく、1,400ppm以下であることがさらに好ましい。

[0010] 超速硬グラウト材料に含まれる塩素の量は、例えば、超速硬グラウト材料を作製する際に塩素を含有する混和剤を添加して調整することができる。また、塩素の量は後述の実施例に記載の方法で測定することができる。

[0011] 本発明で使用するセメントとは、特に限定されるものではなく、普通、早強、超早強、低熱および中庸熱等の各種セメント、これらのセメントに、高炉スラグやフライアッシュやシリカフュームなどを混合した各種混合セメント、都市ゴミ焼却灰や下水汚泥焼却灰を原料として製造された環境調和型セメント（エコセメント）、市販されている微粒子セメントなどが挙げられ、各種セメントや各種混合セメントを微粉末化して使用することも可能である。また、通常セメントに使用されている成分（例えば石膏等）量を増減して調整されたものも使用可能である。

本発明では、高い流動性、中性化抵抗性や鉄筋との付着強度、防錆の観点から、普通ポルトランドセメントや早強ポルトランドセメントを選定することが好ましい。

[0012] 本発明で使用するセメントは、製造コストや強度発現性の観点から、セメントのブレーン比表面積値（以下、ブレーン値ともいう）は、2,500 cm^2/g 以上7,000 cm^2/g 以下であることが好ましく、2,750 cm^2/g 以上6,000 cm^2/g 以下であることがより好ましく、3,000 cm^2/g 以上4,500 cm^2/g 以下であることがさらに好ましい。

ブレーン比表面積値は、JIS R 5201（セメントの物理試験方法）に準拠して求められる。

[0013] 本発明で使用するカルシウムアルミネート（CA）は、 CaO と Al_2O_3

を主成分とする化合物を総称するものであり、その具体例としては、例えば、 CaO 成分と Al_2O_3 成分を主成分とする非晶質の化合物や、 $\text{CaO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $12\text{CaO} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $11\text{CaO} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaF}_2$ 、及び $3\text{CaO} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaF}_2$ などと表される結晶性のカルシウムアルミネートが挙げられる。

このうち、 CA の $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ モル比は、 $0.75 \sim 3$ の範囲であることが好ましく、 $1 \sim 2$ の範囲であることがより好ましい。 $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ モル比が 0.75 以上であることで、十分な初期強度発現性が得られる。また、 $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ モル比が 3 以下であることで、十分な流動性や可使時間が得られる。

また、カルシウムアルミネートは、非晶質が好ましく、結晶質では十分な強度発現が得られなくなるおそれがある。

[0014] CA を得る方法としては、 CaO 原料と Al_2O_3 原料等をロータリーキルンや電気炉等によって熱処理して得る方法が挙げられる。

CA を製造する際の CaO 原料としては、例えば、石灰石や貝殻等の炭酸カルシウム、消石灰等の水酸化カルシウム、あるいは、生石灰等の酸化カルシウムを挙げることができる。

また、 Al_2O_3 原料としては、例えば、ボーキサイトやアルミ残灰と呼ばれる産業副産物等が挙げられる。

[0015] CA を工業的に得る場合、不純物が含まれることがある。その具体例としては、例えば、 SiO_2 、 Fe_2O_3 、 MgO 、 TiO_2 、 MnO 、 Na_2O 、 K_2O 、 Li_2O 、 S 、 P_2O_5 、及び F などが挙げられるが、これらの不純物の存在は本発明の目的を実質的に阻害しない範囲では特に問題とはならない。具体的には、これらの不純物の合計が 10% 以下の範囲では特に問題とはならない。

[0016] 本発明の CA の粒度は特に限定されるものではないが、通常、ブレン値で $3,000 \sim 9,000 \text{ cm}^2/\text{g}$ が好ましく、 $4,000 \sim 8,000 \text{ cm}^2/\text{g}$ がより好ましい。 CA のブレン値が $3,000 \text{ cm}^2/\text{g}$ 以上であ

ることで、初期強度発現性を十分に発現することができる。また、CAのブレン値が9,000 cm²/g以下であることで、流動性や可使時間の確保が容易となる。

[0017] 本発明では、CAの強熱減量が1%以上のものを使用することが好ましく、強熱減量が2%以上のCAを使用することがより好ましい。CAの強熱減量が1%以上であることで、流動性や可使時間の確保が容易となり、“はんとん”の発生を抑制することができる。

強熱減量を1%以上とする方法は特に限定されるものではないが、水分や湿分を供給する方法や炭酸ガスを供給する方法等が挙げられる。

[0018] 本発明で使用する石膏は、無水、半水、又は二水の各石膏を総称するものであり特に限定されるものではないが、強度発現性の観点から、無水石膏又は半水石膏の使用が好ましく、無水石膏の使用がより好ましい。

[0019] 石膏の粒度は特に限定されるものではないが、通常、ブレン値で3,000~9,000 cm²/gが好ましく、4,000~8,000 cm²/gがより好ましい。石膏のブレン値が3,000 cm²/g以上であることで、寸法安定性が良好となる。また、石膏のブレン値が9,000 cm²/g以下であることで、流動性の確保が容易となる。

[0020] セメント、CA、及び石膏からなる結合材100質量部中の各々の配合割合は、セメント50~98質量部、CA1~25質量部、及び石膏1~25質量部が好ましい。各材料の配合割合が上記範囲内であることで、本発明の効果を満たす超速硬グラウト材料、即ち、高い流動性、中性化抵抗性や鉄筋との付着強度、防錆に優れる超速硬グラウト材料を得ることができる。

[0021] ここで、CAと石膏の配合割合は、CAと石膏からなる急硬成分100質量部中、CA30~70質量部で、石膏70~30質量部が好ましく、CA40~60質量部で、石膏60~40質量部がより好ましい。CAが30質量部以上であり、石膏が70質量部以下であると初期強度の発現性が充分となり、寸法安定性が良好となる。また、CAが70質量部以下であり、石膏が30質量部以上では可使時間の確保が容易となる。

[0022] 急硬成分の配合割合は、セメント100質量部に対して、2～50質量部が好ましく、10～40質量部がより好ましい。急硬成分の配合割合が2質量部未満では初期強度発現性以上であることで、材料分離抵抗性が良好となる。急硬成分の配合割合が50質量部以下であることで、高い流動性、中性化抵抗性や鉄筋との付着強度、防錆に優れる超速硬グラウト材料が得られる。

[0023] 本発明で使用するガス発泡物質とは、超速硬グラウトモルタルを施工した後、まだ固まらない状態の超速硬グラウト材料がブリーディングによる沈下や収縮するのを抑止する目的で用いものをいう。本発明で使用するガス発泡物質としては、水と混練後に気体を発生するものであればよく、特に限定されるものではない。

[0024] ガス発泡物質としては、植物油及び鉱物油等の油状物質が挙げられる。また、ガス発泡物質としては、ステアリン酸で表面処理した鱗片状のアルミニウム粉末、及びアトマイズ製法で製造したアルミニウム粉末等の粉末物質が挙げられる。また、ガス発泡物質としては、アゾ化合物、ニトロソ化合物及びヒドラジン誘導体等のアルカリ雰囲気下で窒素ガスを発泡する窒素ガス発泡物質が挙げられる。また、ガス発泡物質としては、過炭酸ナトリウム、過炭酸カリウム及び過炭酸アンモニウムなどの過炭酸塩、過ホウ酸ナトリウムや過ホウ酸カリウム等の過ホウ酸塩、過マンガン酸ナトリウム及び過マンガン酸カリウムなどの過マンガン酸塩、並びに、過酸化水素等の過酸化物質が挙げられる。

本発明で使用するガス発泡物質としては、沈下抑制効果が大きいことから、ステアリン酸等で表面処理したアルミニウム粉末を用いることが好ましい。

[0025] 本発明で使用するガス発泡物質として使用する窒素ガス発泡物質は、超速硬グラウト材料中に含まれるセメントが、水と共に練混ぜた際に生成するアルカリとの反応により、窒素ガスを発生する化合物を含有するものであり、一酸化炭素、二酸化炭素、及びアンモニアなどのガスを副生してもよい。

本発明で使用する窒素ガス発泡物質としては、構造物と一体化させるために、また、まだ固まらない状態の超速硬グラウトモルタルが沈下や収縮するのを抑止するために、さらには、乾燥状態に置かれた際のひび割れ抵抗性を向上させるために使用できるものであれば特に限定されるものではない。

[0026] ガス発泡物質の含有割合は、セメント100質量部に対して、0.0001質量部以上1質量部以下が好ましく、0.0005質量部以上0.5質量部以下がより好ましく、0.001質量部以上0.2質量部以下がさらに好ましい。ガス発泡物質の含有割合が上記下限値以上であることで、十分な初期膨張効果を付与することができる。また、ガス発泡物質の含有割合が上記上限値以下であることで、強度発現性が良好となる。

[0027] 本発明で使用する細骨材の化学成分は、CaOの割合が85質量%以上、SiO₂の割合が0.2質量%以上15質量%以下であることが好ましい。細骨材の化学成分として、CaOの割合及びSiO₂の割合が上記範囲内であることで、高い流動性、中性化抵抗性や鉄筋との付着強度、防錆に優れる超速硬グラウト材料が得られる。

CaOの割合は、87質量%以上であることが好ましく、89質量%以上であることがより好ましく、91質量%以上であることがさらに好ましい。CaOの割合の上限は、特に限定されないが、99質量%以下であることが好ましく、98.5質量%以下であることがより好ましい。

SiO₂の割合は、0.25質量%以上13質量%以下であることが好ましく、0.3質量%以上11質量%以下であることがより好ましく、0.4質量%以上10質量%以下であることがさらに好ましい。

細骨材の化学成分を上記範囲内及び後述範囲内にするために、珪砂、方解石、変成岩であるスカポリイト、火成岩である石英、カリ長石等を混合させて調製する。化学成分は、本発明の範囲に入るよう、蛍光X線回折で確認しながら、各岩を混合し調整する。なお、本発明で使用する細骨材の化学成分は、酸化物換算で計算したものである。

[0028] 本発明で使用する細骨材は、化学成分として、K₂O、SO₃、Fe₂O₃、A

I_2O_3 を含有することが好ましい。細骨材が K_2O 、 SO_3 、 Fe_2O_3 、 Al_2O_3 を含有することで、高い流動性、中性化抵抗性や鉄筋との付着強度、防錆に寄与することができる。

K_2O の割合は、40ppm以上3,000ppm以下であることが好ましく、50ppm以上2,500ppm以下であることがより好ましく、60ppm以上2,250ppm以下であることがさらに好ましく、70ppm以上2,000ppm以下であることがよりさらに好ましい。

SO_3 の割合は、40ppm以上3,000ppm以下であることが好ましく、50ppm以上2,500ppm以下であることがより好ましく、60ppm以上2,250ppm以下であることがさらに好ましく、70ppm以上2,000ppm以下であることがよりさらに好ましい。

Fe_2O_3 の割合は、0.1以上3.0質量%以下であることが好ましく、0.13以上2.5質量%以下であることがより好ましく、0.15以上2.0質量%以下であることがさらに好ましい。

Al_2O_3 の割合は、0.1以上3.0質量%以下であることが好ましく、0.13以上2.5質量%以下であることがより好ましく、0.15以上2.0質量%以下であることがさらに好ましい。

[0029] 本発明で使用する細骨材は、JIS A 1121「ロサンゼルス試験機による粗骨材のすりへり試験」による粗粒率の低下が70%以上100%以下であることが好ましく、75%以上99%以下であることがより好ましく、80%以上98%以下であることがさらに好ましく、85%以上97%以下であることがよりさらに好ましい。細骨材の粗粒率の低下が上記下限値以上であることで、鉄筋との付着力を向上させることができる。また、細骨材の粗粒率の低下が上記上限値以下であることで、中性化抵抗性を向上させることができ、中性化による鉄筋の発錆の低減に寄与する。なお、本明細書において「細骨材の粗粒率」とは、ふるい分けを行った結果より求まる値であって、細骨材の大きさの概略値を示す指数をいう。また、本明細書において「細骨材の粗粒率の低下」とは、ロサンゼルス試験機による粗骨材のすりへ

り試験の試験前の粗粒率と試験後の粗粒率を対比し、試験後の粗粒率の低下した割合をいう。

細骨材の粗粒率の低下を上記範囲内にするために、珪砂、方解石、変成岩であるスカポリイト、火成岩である石英、カリ長石等を混合させて調製する。細骨材の粗粒率の低下は、本発明の範囲に入るよう、ロサンゼルス試験機による細骨材のすりへり試験の試験で確認しながら、各岩を混合し調整する。

細骨材の粗粒率の低下が上記範囲内であれば、細骨材の産地や原産は特に限定されるものではない。

[0030] 細骨材の含有割合は、セメント100質量部に対して、40質量部以上300質量部以下であることが好ましく、75質量部以上250質量部以下であることがより好ましく、100質量部以上200質量部以下であることがさらに好ましい。細骨材の含有割合が上記下限値以上であることで、発熱量を低減することができ、収縮を抑制し、ひび割れを抑制することができる。また、細骨材の含有割合が上記上限値以下であることで、高い流動性、中性化抵抗性や鉄筋との付着強度、防錆に優れる超速硬グラウト材料を得ることができる。

[0031] 本発明の超速硬グラウト材料は、セメント、カルシウムアルミネート、石膏、ガス発泡物質、細骨材とともに、強度発現性の改善や耐酸性の向上、可使用時間の確保に加えて、寸法安定性を良好にする観点から、シリカ質微粉末を含有させることが可能である。

[0032] シリカ質微粉末としては、高炉水砕スラグ微粉末等の潜在水硬性物質、フライアッシュや、シリカフュームなどのポゾラン物質を挙げることができ、中でも、シリカフュームが好ましい。

シリカフュームの種類は限定されるものではないが、流動性の観点から、不純物として ZrO_2 を10%以下含有するシリカフュームや、酸性シリカフュームの使用がより好ましい。酸性シリカフュームとは、シリカフューム1gを純水100ccに入れて攪拌した時の上澄み液のpHが5.0以下の酸

性を示すものをいう。

- [0033] シリカ質微粉末の粉末度は特に限定されるものではないが、通常、高炉水砕スラグ微粉末とフライアッシュは、ブレン値で3, 000 cm²/g以上9, 000 cm²/g以下の範囲にあり、シリカフュームは、BET比表面積で2万 cm²/g以上30万 cm²/g以下の範囲にある。
- [0034] シリカ質微粉末の含有割合は、セメント100質量部に対して、1質量部以上20質量部以下が好ましく、2質量部以上15質量部以下がより好ましく、3質量部以上10質量部以下がさらに好ましい。シリカ質微粉末の含有割合が上記下限値以上であることで、強度発現性の改善、耐酸性の向上、可使時間の確保、及び寸法安定性を良好にすることができる。また、シリカ質微粉末の含有割合が上記上限値以下であることで、流動性を向上させ、鉄筋との付着力、防錆効果を向上させることができる。
- [0035] 本発明では、性能に悪影響を与えない範囲で、膨張材、減水剤、凝結調整剤、AE剤、防錆剤、撥水剤、抗菌剤、着色剤、防凍剤、石灰石微粉末、高炉徐冷スラグ微粉末、下水汚泥焼却灰やその熔融スラグ、都市ゴミ焼却灰やその熔融スラグ、及びパルプスラッジ焼却灰等の混和材料、消泡剤、増粘剤、収縮低減剤、スチールファイバー、ビニロンファイバー、炭素繊維、及びワラストナイト繊維等の繊維物質、ポリマー、ベントナイト、セピオライトなどの粘土鉱物、並びに、ハイドロタルサイトなどのアニオン交換体等のうちの一種又は二種以上を、本発明の目的を実質的に阻害しない範囲で使用する事が可能である。
- [0036] 本発明の超速硬グラウト材料において、各材料の混合方法は特に限定されるものではなく、それぞれの材料を施工時に混合しても良いし、あらかじめ一部を、あるいは全部を混合しておいても差し支えない。
- 混合装置としては、既存のいかなる装置、例えば、傾胴ミキサ、オムニミキサ、ヘンシェルミキサ、V型ミキサ、及びナウタミキサなどの使用が可能である。
- [0037] 本発明の超速硬グラウトモルタルは、既述の本発明の超速硬グラウト材料

と水とを含有するものであり、超速硬グラウト材料と水とを混練してなる。

本発明の練り混ぜ水量は、使用する目的・用途や各材料の含有割合によって変化するため特に限定されるものではないが、超速硬グラウト材料100質量部に対して、10質量部以上70質量部以下であることが好ましく、14質量部以上65質量部以下であることがより好ましく、16質量部以上60質量部以下であることがさらに好ましい。練り混ぜ水量が上記下限値以上であることで、流動性の低下を抑制し、発熱量が極めて大きくなることを抑制することができる。また、練り混ぜ水量が上記上限値以下であることで、強度発現性を確保することができる。

[0038] 本発明において、超速硬グラウト材料と水との練り混ぜ方法は特に限定されるものではないが、回転数が900rpm以上のハンドミキサ、通常の高速グラウトミキサ、又は二軸型の強制ミキサを使用することが好ましい。

[0039] ハンドミキサや高速グラウトミキサでの練り混ぜは、例えば、ペール缶等の容器やミキサにあらかじめ所定の水を入れ、その後ミキサを回転させながら超速硬グラウトモルタル組成物を投入し、3分以上練り混ぜることが好ましい。又、強制ミキサでの練り混ぜは、例えば、あらかじめ超速硬グラウトモルタル組成物をミキサに投入し、ミキサを回転させながら所定の水を投入し、少なくとも4分以上練り混ぜることが好ましい。練り混ぜ時間が所定時間未満では、練り不足のため適切な超速硬グラウトモルタルの流動性が得られない場合がある。

練り混ぜられた超速硬グラウトモルタルは、通常、手動式注入ガン、ダイヤフラム式手押しポンプ、あるいは、スクイズ式等のモルタルポンプにより施工箇所まで圧送し、充填施工されることで、本発明の超速硬グラウトモルタルを用いてなる硬化体となる。

実施例

[0040] 以下、本発明の実験例に基づいて、本発明をさらに説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

[0041] [実験例1]

セメント 100 質量部に対して、CA 15 質量部、石膏 15 質量部、ガス発泡物質 0.05 質量部、減水剤 0.5 質量部、細骨材 166.7 質量部を含有するように調製し、超速硬グラウト材料を得た。次いで、塩素含有混和剤（材質名：塩化ナトリウム）を混合し、超速硬グラウト材料を調製した。

得られた超速硬グラウト材料 100 質量部に対して、水 23 質量部で混練し超速硬グラウトモルタルを調製した。

調製した超速硬グラウト材料の塩素濃度、流動性、中性化深さ、付着強度、鉄筋の発錆率を測定した。結果を表 1 に併記する

[0042] <使用材料>

・セメント：試製セメント（セメント工場の調合原料及び化学成分の調整に各種市販の純薬を用い、 SO_3 量の調整には純薬の無水せっこうを用いた。）

・塩素量 1.5 ppm、ブレン値 3,450 cm^2/g

・CA： $\text{CaO}/\text{Al}_2\text{O}_3$ モル比 1.70、強熱減量 1.0%、結晶質、主成分 $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ と $12\text{CaO} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ 、ブレン値 5,000 cm^2/g

・石膏：無水石膏、市販品、ブレン値 4,000 cm^2/g

・ガス発泡物質：アゾジカルボンアミド、市販品

・減水剤：ナフタレン系減水剤、市販品（第一工業製薬社製「セルフロー 110P」）

・水：水道水

・細骨材：表 1 に示す細骨材の成分を用いて試験をした。細骨材の化学成分の測定は、蛍光 X 線回折で測定した。また、化学成分の調製のため、珪砂（愛知県産）、方解石（ CaCO_3 ）、変成岩であるスカポライト（ $(\text{Na}, \text{Ca}, \text{K})_4\text{Al}_4\text{Si}_9\text{O}_{24}(\text{Cl}, \text{CO}_3, \text{SO}_4)$ ）、火成岩である石英（ SiO_2 ）、カリ長石（ KAlSi_3O_8 ）を混合して、化学成分を調製した。

[0043] <測定項目>

・塩素濃度：調製した超速硬グラウト材料について、JIS R 5202 に準拠して塩素濃度を測定した。

- ・流動性：J S C E - F 5 4 1 に準拠し、3 0℃環境下の J₁₄ 漏斗流下値で練混ぜ直後と 3 0 分後に測定した。
- ・中性化深さ：材齢 2 8 日まで 2 0℃水中養生を施した後、3 0℃・相対湿度 6 0 %・炭酸ガス濃度 5 %の環境で 1 2 週間促進中性化を行った。促進中性化後、モルタル断面にフェノールフタレイン 1 %アルコール溶液を噴霧して表面から着色部までの深さを測定して中性化深さを確認し、中性化抵抗性を評価した。
- ・付着強度：埋め込み深さ 1 6 c m の φ 1 9 m m の丸鋼の引抜時の鉄筋との付着強度を求めた。養生は 2 0℃封緘養生とし、材齢 2 8 日で試験した。
- ・鉄筋の発錆率：埋め込み深さ 1 8 c m の φ 1 9 m m の丸鋼をかぶり厚さが 1 0 m m となるように超速硬モルタルを充填し、材齢 2 8 日まで 2 0℃水中養生を施した後、3 0℃・相対湿度 6 0 %・炭酸ガス濃度 5 %の環境で 1 2 週間促進中性化を行った。また、促進中性化試験中、3 週間毎に試験体を取り出し、2 0℃環境下で 1 日間、水中に浸漬し、促進中性化試験を実施した。試験終了後、丸鋼を取り出し、1 0 %クエン酸 2 アンモニウム溶液で錆び落としを行って試験後の丸鋼の重量 (m₂) を測定し、試験前の丸鋼の重量 (m₁) との変化による鉄筋の発錆率を以下の式により算出した。

$$\text{鉄筋の発錆率 (\%)} = [(m_1 - m_2) / m_1] \times 1 0 0$$

[0044] [表1]

No.	CaO	SiO ₂	塩素	流動性	中性化深さ	付着強度	鉄筋の 発錆率	備考
	質量%	質量%	ppm	sec	mm	N/mm ²	%	
1-1	91	4.8	1.5	7.9	5.1	3.5	6	比較例
1-2	91	4.8	3	8.2	4.3	4.7	0	実施例
1-3	91	4.8	200	8.2	4.1	5.2	0	実施例
1-4	91	4.8	1800	8.4	4.4	4.9	1	実施例
1-5	91	4.8	2000	9.2	5.3	3.6	7	比較例
1-6	10	83	200	8.9	4.8	4.0	4	実施例
1-7	85	4.9	210	8.7	4.3	4.8	0	実施例
1-8	92	0.2	210	8	4.5	4.8	2	実施例
1-9	91	4.8	190	8.2	4.1	5.2	0	実施例
1-10	90	15	200	8.5	4.5	4.9	2	実施例

[0045] 表 1 の結果より、特定の塩素濃度、特定の化学成分の細骨材を用いること

で高い流動性、中性化抵抗性、鉄筋との付着強度、鉄筋の発錆率を抑えることができることを確認した。

[0046] [実験例 2]

表 2 に示す細骨材を配合して超速硬グラウトモルタルを調製したこと以外は実験例 1 と同様に行った。結果を表 2 に併記する。

ロサンゼルス試験機による細骨材のすりへり試験は、まず、ロサンゼルス試験機に細骨材を 5 k g と鉄球 6 個を投入する。鉄球の平均直径は約 4 6 . 8 m m とし、1 個の質量は 3 9 0 ~ 4 4 5 g とする。次いで、ロサンゼルス試験機を 5 0 0 回転（毎分 3 0 回転）させた。次いで、篩目の寸法が 5 m m 、 2 . 5 m m 、 1 . 2 m m 、 0 . 6 m m 、 0 . 3 m m 、 0 . 1 5 m m の金属製網ふるいを用いて、ロサンゼルス試験機から採取した細骨材のふるい分けを行った。ロサンゼルス試験機へ投入前の細骨材の粗粒率（ R_1 ）と、ロサンゼルス試験機へ投入後の細骨材の粗粒率（ R_2 ）を対比し、試験後の粗粒率の低下を以下の式により算出した。

$$\text{粗粒率の低下} = R_2 / R_1$$

[0047] [表 2]

表 2

No.	CaO	SiO ₂	塩素	粗粒率の低下	流動性	中性化深さ	付着強度	鉄筋の発錆率	備考
	質量%	質量%	ppm	%	sec	mm	N/mm ²	%	
2-1	86	3.1	190	70	8.7	5.0	4.3	2	実施例
2-2	89	3.9	200	85	8.2	4.1	4.2	1	実施例
2-3	91	4.8	210	93	8.2	4.1	5.2	0	実施例
1-3	91	4.8	200	98	8.2	4.1	5.1	0	実施例
2-4	89	4.9	200	100	9.1	4.9	4.2	2	実施例

[0048] 表 2 の結果より、特定の塩素濃度、特定の化学成分、粗粒率の低下が特定範囲である細骨材を用いることで高い流動性、中性化抵抗性、鉄筋との付着強度、鉄筋の発錆率を抑えることができることを確認した。

[0049] [実験例 3]

表 3 に示す細骨材を配合して超速硬グラウトモルタルを調製したこと以外は実験例 2 と同様に行った。結果を表 3 に併記する。

[0050]

[表3]

表3

No.	CaO	SiO ₂	塩素	粗粒率の低下	K ₂ O	SO ₃	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	流動性	中性化深さ	付着強度	鉄筋の防錆率	備考
	質量%	質量%	ppm	%	ppm	ppm	質量%	質量%	sec	mm	N/mm ²	%	
3-1	90	4.9	190	83	40	1000	0.6	0.8	8.5	4.5	4.8	1	実施例
1-3	91	4.8	200	85	940	930	0.7	0.8	8.2	4.1	5.2	0	実施例
3-2	89	0.1	200	84	3000	940	0.2	1.2	9.1	4.4	4.9	1	実施例
3-3	90	4.8	180	86	930	40	1.1	0.3	8.8	4.3	5.1	1	実施例
3-4	92	4.2	200	87	890	3000	0.3	1.2	8.7	4.6	4.9	1	実施例
3-5	90	4.9	180	88	930	1000	0.1	0.7	8.9	4.4	4.9	1	実施例
3-6	91	5	190	87	780	900	3	0.5	8.6	4.6	4.8	1	実施例
3-7	90	5.1	190	86	930	900	0.6	0.1	8.8	4.4	4.8	0	実施例
3-8	90	4.5	200	88	890	940	0.5	3	8.5	4.5	4.9	1	実施例

[0051] 表3の結果より、特定の塩素濃度、特定の化学成分、粗粒率の低下が特定範囲である細骨材を用いることで高い流動性、中性化抵抗性、鉄筋との付着強度、鉄筋の防錆率を抑えることができることを確認した。

産業上の利用可能性

[0052] 本発明の超速硬グラウト材料は、特定の塩素濃度とすることで、流動性、中性化抵抗性や鉄筋との付着強度、鉄筋の防錆率をより高め、耐久性が向上できる超速硬グラウトモルタルが得られ、橋脚の鋼板巻き立て工法、大型しゅう座の充填工法、補強鉄筋の定着材、その他の間隙充填、コンクリートの断面修復、セルフレベリング床材、補強鉄筋との定着等、並びに、土木・建築用途等、広範囲に利用できる。

請求の範囲

- [請求項1] セメント、カルシウムアルミネート、石膏、ガス発泡物質、細骨材からなる超速硬グラウト材料であって、塩素の量が3 ppm以上1,800 ppm以下である、超速硬グラウト材料。
- [請求項2] 前記細骨材の化学成分は、CaOの割合が85質量%以上、SiO₂の割合が0.2質量%以上15質量%以下である、請求項1に記載の超速硬グラウト材料。
- [請求項3] 前記細骨材は、JIS A 1121「ロサンゼルス試験機による粗骨材のすりへり試験」による粗粒率の低下が70%以上100%以下である、請求項1又は2に記載の超速硬グラウト材料。
- [請求項4] 前記細骨材の化学成分は、K₂Oの割合が40 ppm以上3,000 ppm以下、SO₃の割合が40 ppm以上3,000 ppm以下、Fe₂O₃の割合が0.1質量%以上3.0質量%以下、Al₂O₃の割合が0.1質量%以上3.0質量%以下である、請求項1～3のいずれか1項に記載の超速硬超速硬グラウト材料。
- [請求項5] 前記細骨材の含有割合は、前記セメント100質量部に対して、40質量部以上300質量部以下である、請求項1～4のいずれか1項に記載の超速硬グラウト材料。
- [請求項6] 請求項1～5のいずれか1項に記載の超速硬グラウト材料と水とを混練してなる超速硬グラウトモルタル。
- [請求項7] 請求項7に記載の超速硬グラウトモルタルを用いてなる硬化体。