

明 細 書

発明の名称： グラウト材料、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グラウト材料、グラウトモルタル、及びグラウトモルタルを用いてなる硬化体に関する。

背景技術

[0002] グラウト材料は、モルタル、コンクリートの作業性や充填性を改善し、グラウト工事を円滑に行うために使用されている。

主な用途としては、地下構造物の施工、橋梁支承部の据付け、各種機械類の据付け、耐震補強における壁、柱の間隙充填等であり、構造物の間隙を充填して一体化するために、（１）充填箇所および充填方法等に応じた所要の流動性、（２）充填後にブリーディング、沈下および空隙を発生させない無収縮性、（３）構造物の使用条件に応じた所要の各種強度などが要求される（例えば、非特許文献１参照）。

[0003] セメント硬化体は、セメントの水和又は乾燥に伴って体積が減少することから、ひび割れが発生したり、既存構造物との付着性能が低下したりする危険性がある。ひび割れの発生は美観を損ねるばかりか、構造物の安定性、防水性及び水密性に悪影響を与える危険性がある。

そのため、セメントの収縮を補償し、ひび割れ発生抑制や、構造物との付着性能を保持する目的で、使用される膨張材としては、例えば、 $3\text{CaO} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaSO}_4$ （アウイン）、 CaSO_4 及び CaO を主成分とするカルシウムサルホアルミネート系（アウイン系膨張材）、遊離石灰を主成分とする石灰系（石灰系膨張材）のほか、遊離石灰－水硬性物質－セッコウ類を含有してなる膨張材等がある。

[0004] セメント、膨張材の他、特定の減水剤を組み合わせることにより、温度依存性が少なく、流動性・充填性保持効果が著しく高く、長期に亘り強度増進効果を付与したグラウト材料が提案されている（例えば、特許文献１参照）。

さらに、優れた流動性、泡発生の抑制、最適な長さ変化率、体積膨張率を保持した高強度グラウト材料が提案されている（例えば、特許文献2参照）。

[0005] しかしながら、従来の膨張材を含有するグラウト材料は、品質保証期間を超えて貯蔵すると外部より浸入してくる水分、特に高温時での流動性の保持効果及び膨張性能が低下してしまうことや、塩害による鉄筋腐食による硬化体のひび割れ発生や、構造体との付着性能が低下する危険性があった。

そこで、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る。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特許3894780号公報

特許文献2：国際公開第2007/029399パンフレット

非特許文献

[0007] 非特許文献1：新セメント・コンクリート用混和材料、304－307頁、笠井芳夫・坂井悦郎著、技術書院、平成19年1月15発行

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 本発明は、流動性、塩害抵抗性、鉄筋との付着強度、鉄筋の防錆率を高めることで耐久性を向上させるグラウト材料、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

[0009] 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、特定の細骨材を組み合わせさせて調製したグラウト材料が、流動性、塩害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、膨張材、ガス発泡物質、減水剤、細骨材からなるグラウト材料であって、塩素の量が 3 ppm 以上 $1,800\text{ ppm}$ 以下である、グラウト材料。

〔２〕前記膨張材は、テルネサイトを含有し、前記テルネサイトの含有量は、前記膨張材 100 質量部に対して、 0.05 質量部以上 20 質量部以下である、〔１〕に記載のグラウト材料。

〔３〕前記細骨材の化学成分は、 CaO の割合が 85 質量％以上、 SiO_2 の割合が 0.2 質量％以上 15 質量％以下である、〔１〕又は〔２〕に記載のグラウト材料。

〔４〕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〕～〔３〕のいずれかに記載のグラウト材料。

〔５〕前記細骨材の化学成分は、 K_2O の割合が 40 ppm 以上 $3,000\text{ ppm}$ 以下、 SO_3 の割合が 40 ppm 以上 $3,000\text{ ppm}$ 以下、 Fe_2O_3 の割合が 0.1 質量％以上 3.0 質量％以下、 Al_2O_3 の割合が 0.1 質量％以上 3.0 質量％以下である、〔１〕～〔４〕のいずれかに記載のグラウト材料。

〔６〕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〕～〔５〕のいずれかに記載のグラウト材料。

〔７〕〔１〕～〔６〕のいずれかに記載のグラウト材料と水とを混練してなるグラウトモルタル。

〔８〕〔７〕に記載のグラウトモルタルを用いてなる硬化体。

発明の効果

[0010] 本発明によれば、流動性、塩害抵抗性、鉄筋との付着強度、鉄筋の防錆率を高めることで耐久性を向上させるグラウト材料、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

[0011] 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。

[0012] 本発明のグラウト材料は、セメント、膨張材、ガス発泡物質、減水剤、細骨材を含有してなるものであり、塩素の量が3 ppm以上1,800 ppm以下である。

本発明におけるグラウト材料は、含有する塩素の量に着目し、塩素の量が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、グラウト材料に含まれる塩素の量が3 ppm未満だと、鉄筋との付着強度が低くなってしまう。また、グラウト材料に含まれる塩素の量が1,800 ppmを超えると、防錆効果の低下をもたらしてしまう。

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、30 ppm以上であることが好ましく、40 ppm以上であることがより好ましく、50 ppm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、130 ppm以上であることが特に好ましい。また、グラウト材料に含まれる塩素の量は、鉄筋の防錆効果を高め、耐久性を向上させる観点から、3 ppm以上、1,800 ppm以下であることが求められるが、1,600 ppm以下であることが好ましく、1,500 ppm以下であることがより好ましく、1,400 ppm以下であることがさらに好ましい。

[0013] グラウト材料に含まれる塩素の量は、例えば、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。

[0014] 本発明で使用するセメントは、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、塩害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。

- [0015] 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、セメントのブレン比表面積値は、 $2,500\text{ cm}^2/\text{g}$ 以上 $7,000\text{ cm}^2/\text{g}$ 以下であることが好ましく、 $2,750\text{ cm}^2/\text{g}$ 以上 $6,000\text{ cm}^2/\text{g}$ 以下であることがより好ましく、 $3,000\text{ cm}^2/\text{g}$ 以上 $4,500\text{ cm}^2/\text{g}$ 以下であることがさらに好ましい。

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

- [0016] 本発明で使用する膨張材は、特に限定されるものではなく、膨張性水和物を生成させ、ブリーディングを抑制するものであれば、いかなるものでも使用可能である。

膨張材として遊離石灰、遊離マグネシア、カルシウムフェライト、エトリンガイト系、石灰系、エトリンガイトー石灰複合系を含むものが知られ特に限定されるものではないが、長期安定性の観点から、遊離石灰を含むものが好ましい。遊離石灰を含むものとしては、例えば、遊離石灰－無水セッコウ系、遊離石灰－水硬性化合物系、及び、遊離石灰－水硬性化合物－無水セッコウ系などが挙げられる。

本発明で使用する膨張材は、テルネサイトを含有することが好ましい。テルネサイトは、 $5\text{CaO} \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot \text{SO}_3$ で表される鉱物であり、水硬反応を促進する。又、テルネサイト自体はほとんど反応しないためフィラーのような役割を果たして、流動性保持性を良好にすると推定される。そのため、高温時でも流動性の保持効果を保つことができる。

テルネサイトの含有量は、膨張材100質量部に対して、0.05質量部以上20質量部以下であることが好ましく、0.1質量部以上18質量部以下であることがより好ましく、0.5質量部以上15質量部以下であることがさらに好ましい。テルネサイトの含有量が上記範囲内であることで、硬化促進と流動性保持性をともに良好にすることができる。

本発明では、膨張性能が良好なことから、遊離石灰－水硬性化合物－無水セッコウ系を用いることが好ましく、特に遊離石灰含有量が40%を超えるものが好ましい。

ここで、水硬性化合物としては、例えば、アウイン、カルシウムフェライト、カルシウムアルミノフェライト、カルシウムシリケート、カルシウムアルミネートなどの1種または2種以上が挙げられる。本発明では、膨張材としては、市販の膨張材や静的破碎材が利用できる。

膨張材や静的破碎材は各社より市販されており、その代表例としては、例えば、デンカ社製「デンカCSA#20」、「デンカパワーCSA」、太平洋マテリアル社製「エクスパン」、「ハイパーエクスパン」、「N-EX」、「ブライスター」やこれらの粉碎品などが挙げられる。

[0017] 本発明で使用する膨張材の粒度は、特に限定されるものではないが、ブレーン比表面積値で $2,000\text{ cm}^2/\text{g}$ 以上 $25,000\text{ cm}^2/\text{g}$ 以下の範囲のものが好ましく、 $2,200\text{ cm}^2/\text{g}$ 以上 $15,000\text{ cm}^2/\text{g}$ 以下のものがより好ましく、 $2,400\text{ cm}^2/\text{g}$ 以上 $10,000\text{ cm}^2/\text{g}$ 以下のものがさらに好ましい。膨張材のブレーン比表面積値が上記下限値以上であることで、ブリーディングを抑制することができる。また、膨張材のブレーン比表面積値が上記上限値以下であることで、十分な膨張性を得ることができる。

[0018] 本発明で使用する膨張材の含有割合は、セメント100質量部に対して、0.5質量部以上20質量部以下が好ましく、1.0質量部以上18質量部以下がより好ましく、2質量部以上15質量部以下がさらに好ましい。膨張材の含有割合が上記下限値以上であることで、ひび割れ抑制効果を得やすく

なる。膨張材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。膨張材の含有割合が上記範囲内であることで、本発明の効果を満たすグラウト材料、即ち、高い流動性、塩害抵抗性や鉄筋との付着強度、防錆に優れるグラウト材料とすることが容易になる。

[0019] 本発明で使用するガス発泡物質とは、グラウトモルタルを施工した後、まだ固まらない状態の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。

[0020] 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。

[0021] 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、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。

[0022] 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。

[0023] 本発明で使用する減水剤は、各材料の分散を助けるとともに、練り上がったグラウトモルタルの流動性を付与する役割を担う。

[0024] 本発明で使用する減水剤は、特に限定されるものではなく、例えば、ナフタレン系減水剤、メラミン系流減水剤、アミノスルホン酸系減水剤、及びポリカルボン酸系減水剤が挙げられ、本発明ではこれら減水剤のうち的一种又は二種以上が使用可能である。

減水剤の具体例としては、例えば、ナフタレン系減水剤としては、エヌエムビー社製商品名「レオビルドSP-9シリーズ」、花王社製商品名「マイティ2000シリーズ」、及び日本製紙社製商品名「サンフローHS-100」などが挙げられる。メラミン系減水剤としては、日本シーカ社製商品名「シーカメント1000シリーズ」及び日本製紙社製商品名「サンフローHS-40」などが挙げられる。アミノスルホン酸系減水剤としては、藤沢薬品工業社製商品名「パリックFP-200シリーズ」などが挙げられる。ポリカルボン酸系減水剤としては、エヌエムビー社製商品名「レオビルドSP-8シリーズ」、グレースケミカルズ社製商品名「ダーレックススーパー100PHX」、及び竹本油脂社製商品名「チューポールHP-8シリーズ」、「チューポールHP-11シリーズ」などが挙げられる。

減水剤には粉末状のものも存在する。具体的には、ナフタレン系減水剤としては、花王社製商品名「マイティ100」、三洋化成工業社製商品名「三洋レベロンP」、及び第一工業製薬社製商品名「セルフロー110P」など

が挙げられる。メラミン系減水剤としては、BASF ポゾリス社製「メルメント F 10 M」などが挙げられる。ポリカルボン酸系減水剤としては、例えば、三菱化成社製商品名「クインフロー 750」や花王社製商品名「CAD 9000 P」などが挙げられる。

[0025] 減水剤の含有割合は、セメント 100 質量部に対して、固形分換算で 0.1 質量部以上 2 質量部以下が好ましく、0.2 質量部以上 1.8 質量部以下がより好ましく、0.3 質量部以上 1.0 質量部以下がさらに好ましい。減水剤の含有割合が上記下限値以上であることで、十分な流動性を得ることができる。また、減水剤の含有割合が上記上限値以下であることで、材料分離を抑制することができる。

[0026] 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ライト、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。

[0027] 本発明で使用する細骨材は、化学成分として、K₂O、SO₃、Fe₂O₃、A

Al_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。

[0028] 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、塩害抵抗性を向上させることができる。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ライト、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粗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。

[0029] 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、塩害抵抗性や鉄筋との付着強度、防錆に優れるグラウト材料を得ることができる。

[0030] 本発明のグラウト材料は、セメント、膨張材、ガス発泡物質、減水剤、細骨材とともに、強度発現性の改善や耐酸性の向上、可使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。

[0031] 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。

- [0032] 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 $3,000\text{ cm}^2/\text{g}$ 以上 $9,000\text{ cm}^2/\text{g}$ 以下の範囲にあり、シリカフュームは、BET比表面積で $2\text{ 万 cm}^2/\text{g}$ 以上 $30\text{ 万 cm}^2/\text{g}$ 以下の範囲にある。
- [0033] 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。
- [0034] 本発明では、性能に悪影響を与えない範囲で、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ことが可能である。
- [0035] 本発明の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。
- [0036] 本発明のグラウトモルタルは、既述の本発明のグラウト材料と水とを含有するものであり、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、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。

[0037] 本発明において、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、通常の高速度グラウトミキサ、又は二軸型の強制ミキサを使用することが好ましい。

[0038] 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、本発明のグラウトモルタルを用いてなる硬化体となる。

実施例

[0039] 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。

[0040] [実験例１]

セメント１００質量部に対して、膨張材１１．１質量部、ガス発泡物質０．００２５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、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、グラウト材料を調製した。

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

調製したグラウトモルタルの塩素濃度、流動性、塩化物イオン浸漬深さ、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。

[0041] <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

・膨張材：CaO 原料、 Al_2O_3 原料、 SiO_2 原料、 CaSO_4 原料を配合し、混合粉碎した後 1,200℃で焼成してクリンカを合成し、ボールミルを用いてブレン比表面積で 3,000 cm^2/g に粉碎して、作製した。なお、テルネサイトの鉱物組成は蛍光 X 線から求めた化学組成と粉末 X 線回折の同定結果に基づいて計算により求めた。膨張材 100 質量部に含まれるテルネサイトの含有量を表 1 に示す。

・ガス発泡物質：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、市販品

・凝結調整剤：試薬 1 級のクエン酸 25 部と試薬 1 級の炭酸カリウム 75 部の混合物

・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 ）、変成岩であるスカボライト（ $(\text{Na}, \text{Ca}, \text{K})_4\text{Al}_4\text{Si}_9\text{O}_{24}(\text{Cl}, \text{CO}_3, \text{SO}_4)$ ）、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。

[0042] <測定項目>

- ・塩素濃度：調製したグラウトモルタルについて、JIS R 5202に準拠して塩素濃度を測定した。
- ・流動性：JSC E-F 541に準拠し、30℃環境下のJ₁₄漏斗流下値で練混ぜ直後と30分後に測定した。
- ・塩化物イオン浸漬深さ：JIS A 1171に準拠し、材齢28日まで20℃水中養生を施した後、温度20℃でJIS A 6205の附属書1（鉄筋の塩水浸せき試験方法）の3.2.1（塩分溶液）に規定する塩分溶液に浸せきし、28日経過した後に取り出す。塩分溶液に浸せき後の供試体を割裂して二分割し、その断面に0.1%フルオレセインナトリウム水溶液及び0.1mol/L硝酸銀溶液を噴霧して、蛍光を発する部分を塩化物イオン浸透深さとした。
- ・付着強度：埋め込み深さ16cmのφ19mmの丸鋼の引抜時の鉄筋との付着強度を求めた。養生は20℃封緘養生とし、材齢28日で試験した。
- ・鉄筋の発錆率：埋め込み深さ18cmのφ19mmの丸鋼をかぶり厚さが10mmとなるようにグラウトモルタルを充填し、材齢28日まで20℃水中養生を施した後、JIS A 6205の附属書1（鉄筋の塩水浸せき試験方法）の3.2.1（塩分溶液）に規定する塩分溶液に30℃条件下で1週間浸漬した。その後、試験体を取り出し、30℃環境下の室内に1週間静置した。この浸漬と静置とを1週間毎に繰り返し、182日間試験を実施した。試験終了後、丸鋼を取り出し、10%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（ m_2 ）を測定し、試験前の丸鋼の重量（ m_1 ）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。
$$\text{鉄筋の発錆率 (\%)} = [(m_1 - m_2) / m_1] \times 100$$

[0043]

[表1]

表1

No	CaO	SiO ₂	塩素	テルネサイト	流動性		塩化物イオン 浸漬深さ	付着強度	鉄筋の 発錆率	備考
	質量%	質量%	ppm	質量%	直後	30分後				
1-1	91	4.8	1.5	5	8.9	15.3	4.6	3.4	12	比較例
1-2	91	4.8	3	5	8.2	12	3.9	4.7	8	実施例
1-3	91	4.8	50	5	8.3	11.8	3.8	4.9	6	実施例
1-4	91	4.8	200	5	8.2	11.5	3.7	5.2	4	実施例
1-5	91	4.8	1800	5	8.4	12.1	4	4.9	9	実施例
1-6	91	4.8	2000	5	9.2	16.1	5.4	3.6	15	比較例
1-7	10	83	200	5	8.9	12.6	4	4.0	9	実施例
1-8	85	4.9	210	5	8.7	12.7	3.9	4.8	5	実施例
1-9	92	0.2	210	5	8	11.9	3.9	4.8	6	実施例
1-10	91	4.8	190	5	8.2	11.5	3.7	5.2	4	実施例
1-11	90	15	200	5	8.5	12.3	3.8	4.9	6	実施例
1-12	91	4.8	190	0.1	8.2	12.6	3.7	5.2	4	実施例
1-13	91	4.8	210	20	8.2	10.4	3.9	5.4	4	実施例

[0044] 表1の結果より、特定の塩素量を含有し、特定の化学成分の細骨材を用いることで高い流動性、流動性の保持効果、塩害抵抗性、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。

[0045] [実験例2]

表2に示す細骨材を配合して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。膨張材中のテルネサイトは膨張材100質量部中5質量部のものを使用した。

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5kgと鉄球6個を投入する。鉄球の平均直径は約46.8mmとし、1個の質量は390～445gとする。次いで、ロサンゼルス試験機を500回転（毎分30回転）させた。次いで、篩目の寸法が5mm、2.5mm、1.2mm、0.6mm、0.3mm、0.15mm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。

$$\text{粗粒率の低下} = R_2 / R_1$$

[0046]

[表2]

表2

No.	CaO	SiO ₂	塩素	粗粒率の低下	流動性		塩化物イオン浸漬深さ	付着強度	鉄筋の発錆率	備考
	質量%	質量%	ppm	%	直後 sec	30分後 sec	mm	N/mm ²	%	
2-1	86	3.1	190	70	8.9	12.6	4.1	4.8	6	実施例
2-2	89	3.9	200	85	8.4	12.1	3.9	5	5	実施例
2-3	91	4.8	210	93	8.5	11.8	3.9	5.1	4	実施例
1-4	91	4.8	200	98	8.2	11.5	3.7	5.2	4	実施例
2-4	89	4.9	200	100	9.0	12.3	4.1	5	5	実施例

[0047] 表2の結果より、特定の塩素量を含有し、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、塩害抵抗性、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。

[0048] [実験例3]

表3に示す細骨材を配合して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3に併記する。

[0049] [表3]

No.	CaO	SiO ₂	塩素	K ₂ O	SO ₃	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	流動性		塩化物イオン浸漬深さ	付着強度	鉄筋の発錆率	備考
	質量%	質量%	ppm	ppm	ppm	質量%	質量%	直後 sec	30分後 sec	mm	N/mm ²	%	
3-1	90	4.9	190	40	1000	0.6	0.6	8.5	12.1	3.6	5.1	6	実施例
1-4	91	4.8	200	940	930	0.7	0.6	8.2	11.5	3.7	5.2	4	実施例
3-2	89	0.1	100	3000	940	0.2	1.2	8.2	11.7	3.7	4.9	5	実施例
3-3	90	4.8	210	930	40	1.1	0.3	8.4	12.1	3.6	5.1	5	実施例
3-4	92	4.2	190	890	3000	0.3	1.2	8.4	12.0	3.8	4.9	6	実施例
3-5	90	4.9	200	930	1000	0.1	0.7	8.3	11.8	3.9	5	5	実施例
3-6	91	4.8	190	940	930	0.7	0.6	8.2	11.5	3.7	5.2	4	実施例
3-7	91	5	160	780	900	3	0.5	8.5	12.2	3.9	5.2	6	実施例
3-8	90	5.1	170	930	900	0.6	0.1	8.4	12	3.6	4.6	6	実施例
3-9	90	4.5	180	890	940	0.5	3	8.3	11.8	3.9	4.8	5	実施例

[0050] 表3の結果より、特定の塩素量を含有し、特定の化学成分の細骨材を用いることで高い流動性、塩害抵抗性、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。

産業上の利用可能性

[0051] 本発明のグラウト材料は、特定の塩素量を含有し、特定の細骨材を用いることで、流動性、塩害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、膨張材、ガス発泡物質、減水剤、細骨材からなる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、グラウト材料。
- [請求項2] 前記膨張材は、テルネサイトを含有し、
前記テルネサイトの含有量は、前記膨張材100質量部に対して、0.05質量部以上20質量部以下である、請求項1に記載のグラウト材料。
- [請求項3] 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又は2に記載のグラウト材料。
- [請求項4] 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1～3のいずれか1項に記載のグラウト材料。
- [請求項5] 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1～4のいずれか1項に記載のグラウト材料。
- [請求項6] 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1～5のいずれか1項に記載のグラウト材料。
- [請求項7] 請求項1～6のいずれか1項に記載のグラウト材料と水とを混練してなるグラウトモルタル。
- [請求項8] 請求項7に記載のグラウトモルタルを用いてなる硬化体。