

明 細 書

発明の名称：

急硬補修モルタル材料、急硬補修モルタル組成物及び硬化体

技術分野

[0001] 本発明は、土木及び建築分野におけるコンクリート構造物の補修・補強工事で使用される急硬補修モルタル材料、急硬補修モルタル組成物及び硬化体に関する。

背景技術

[0002] コンクリート構造物は、塩害、中性化、凍結融解、及び化学的腐食等の作用により劣化が進行し、表面にひび割れや浮き等が発生する恐れがある。その対策として、劣化した部分を打音検査等で確認し、電動ピック、エアピック、ウォータージェット等により取り除き、新たに補修部材で充填し補修する工事が行われている。

修復断面が小さい小規模な補修工事では、ポリマーセメントモルタルを練り混ぜてコテ塗りで断面修復を行う場合が多い（例えば、特許文献 1、2 参照）。

[0003] コテ塗り等で補修する場合には、使用するモルタルの急硬性、練り混ぜ易さ、厚付け性といった作業性がよい材料が求められる。そのため、モルタルに適度な粘りや抗ダレ性を付与することを目的に特許文献 1、2 に記載されているようにフライアッシュ、シリカフューム等の無機微粉末を配合した材料や、セルロースエーテル類を配合した材料が使用されている（例えば、非特許文献 1、特許文献 3～6 参照）。セルロースエーテル類は、粘性が大きくなり保水性も良好になるが、練り混ぜ時の抵抗性が高くなることで、ミキサや作業員の負荷がかかり、さらに左官仕上げを行ったときにコテに付着してしまうことで厚付け性に課題がある。

[0004] また、ポリマーセメントモルタルは、ポリマーエマルジョンの混和により硬化組織が密実化することで炭酸ガス、塩化物イオン、水の透過性を抑制し

て耐久性を付与するものであるが、完全な遮断はできない。特に、硬化しない段階から水分の逸散によって収縮し、初期及び数ヶ月後にひび割れが発生する場合がある。これを解決するために、乾燥収縮低減剤を配合することも行われている（例えば、特許文献 7、8 参照）。しかしながら、乾燥収縮低減剤は、凝結が遅れるため硬化しない段階での水分逸散によって初期クラックが入り、耐久性に劣る場合がある。凝結が遅れるのは一般的にセルロースエーテル類も同様である。

- [0005] さらに、流動性が低いといった課題や練混ぜ時に抵抗が高く、施工性に劣るといった課題や、中性化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、流動性や練混ぜ抵抗性に優れ、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：特開 2 0 0 1－3 2 2 8 5 8 号公報
特許文献2：特開 2 0 0 3－8 9 5 6 5 号公報
特許文献3：特開平 1 1－3 4 9 3 6 4 号公報
特許文献4：特開 2 0 0 0－1 0 3 6 6 2 号公報
特許文献5：特開 2 0 0 0－1 2 8 6 1 7 号公報
特許文献6：特開平 0 6－2 1 9 8 0 7 号公報
特許文献7：特開 2 0 0 3－5 5 0 1 8 号公報
特許文献8：特開平 1 0－3 2 4 5 5 5 号公報

非特許文献

- [0007] 非特許文献1：長友新治編集：新・水溶性ポリマーの応用と市場、株式会社シーエムシー発行、p p. 1 7 3－1 9 2、1 9 8 8

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0008] 本発明は、特定の塩素量を含有し、特定の材料と細骨材を組み合わせることで、流動性が高く、練り混ぜ抵抗性が低く、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ができる急硬補修モルタル材料、急硬補修モルタル組成物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、特定の塩素量を含有し、特定の材料と細骨材を組み合わせた急硬補修モルタル材料が、流動性が高く、練り混ぜ抵抗性を低減し、中性化抵抗性、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、ポリマーエマルジョン、繊維、細骨材からなる急硬補修モルタル材料であって、塩素の量が3 ppm以上1,800 ppm以下である、急硬補修モルタル材料。

[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]に記載の急硬補修モルタル材料。

[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]に記載の急硬補修モルタル材料。

[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急硬補修モルタル材料。

[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急硬補修モルタル材料。

〔６〕〔１〕～〔５〕のいずれかに記載の急硬補修モルタル材料と水とを含有する急硬補修モルタル組成物。

〔７〕〔６〕に記載の急硬補修モルタル組成物を用いてなる硬化体。

発明の効果

[0010] 本発明によれば、特定の塩素量を含有し、特定の材料と細骨材を組み合わせることで、流動性が高く、練り混ぜ抵抗性が低く、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ができる急硬補修モルタル材料、急硬補修モルタル組成物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、本明細書でいう急硬補修モルタル組成物とは、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] 本発明の急硬補修モルタル材料は、セメント、カルシウムアルミネート、石膏、ポリマーエマルジョン、繊維、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。

本発明における急硬補修モルタル材料は、含有する塩素の量に着目し、塩素の量が急硬補修モルタル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、急硬補修モルタル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、急硬補修モルタル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う。

急硬補修モルタル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、１００ppm以上であることがよりさらに好ましく、１５０ppm以上であることが特に好ましい。また、急硬補修モルタル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, 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] 急硬補修モルタル材料に含まれる塩素の量は、例えば、急硬補修モルタル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。

[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。

[0016] 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、 $\text{CaO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $12\text{CaO} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$ 、 $11\text{CaO} \cdot 7\text{Al}_2\text{O}_3$

$\text{I}_2\text{O}_3 \cdot \text{CaF}_2$ 、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、0.75～3の範囲であることが好ましく、1～2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用時間が得られる。

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。

[0017] 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。

[0018] 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。

[0019] 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3,000～9,000 cm^2/g が好ましく、4,000～8,000 cm^2/g がより好ましい。CAのブレン値が3,000 cm^2/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 cm^2/g 以下であることで、流動性や可使用時間の確保が容易となる。

[0020] 本発明では、C A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C Aを使用することがより好ましい。C A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。

[0021] 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。

[0022] 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。

[0023] セメント、C A、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、C A1~25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急硬補修モルタル材料、即ち、高い流動性、中性化抵抗性や鉄筋との付着強度、防錆に優れる急硬補修モルタル材料を得ることができる。

[0024] ここで、C Aと石膏の配合割合は、C Aと石膏からなる急硬成分100質量部中、C A30~70質量部で、石膏70~30質量部が好ましく、C A40~60質量部で、石膏60~40質量部がより好ましい。C A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、C A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。

[0025] 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、低い練り混ぜ抵抗性、中性化抵抗性や鉄筋との付着強度、防錆に優れる急硬補修モルタル材料が得られる。

[0026] 本発明で使用するポリマーエマルジョンは、特に限定されるものではないが、例えば、アクリロニトリル・ブタジエンゴム、スチレン・ブタジエンゴム、クロロプレンゴム、天然ゴム等のゴムラテックスや、エチレン・酢酸ビニル共重合体、ポリアクリル酸エステル、スチレン・アクリル酸エステル共重合体やアクリロニトリル・アクリル酸エステルに代表されるアクリル酸エステル系共重合体、酢酸ビニルビニルバーサテート系共重合体等の樹脂エマルジョン等が挙げられる。

ポリマーの形態としては、再乳化型粉末タイプや液体タイプがあり、下地部分との付着性改善、さらに、モルタルの耐久性向上のために使用される。

[0027] ポリマーエマルジョンの使用量は、通常、セメント100質量部に対して、固形分量で1～15質量部が好ましく、3～10質量部がより好ましい。ポリマーエマルジョンの使用量が上記範囲内であることで、練り混ぜ抵抗性を低減し、中性化抵抗性及び付着強度を向上させることができる。

[0028] 本発明で使用する繊維は、厚付け性、ひび割れ抵抗性を改善するものである。

繊維の種類としては、特に限定されるものではないが、例えば、ビニロン繊維、プロピレン繊維、アクリル繊維、ナイロン繊維、アラミド繊維等の高分子繊維類や、鋼繊維、ガラス繊維、炭素繊維、及び玄武岩等の岩石を熔融紡糸した繊維等の無機繊維類が挙げられる。

[0029] 繊維の使用量は、セメント100質量部に対して、0.02～1.5質量部が好ましく、0.05～1.0質量部がより好ましい。繊維の使用量が0.02質量部以上であることで、ダレ性を改善する効果を十分に発揮することができる。また、繊維の使用量が1.5質量部以下であることで、練り混ぜ抵抗性を良好とすることができる。

繊維の長さは、コテ仕上げ面の美観の観点から、15mm以下であること

が好ましく、12 mm以下であることがより好ましく、10 mm以下であることがさらに好ましい。

[0030] 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、防錆に優れる急硬補修モルタル材料が得られる。

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。

[0031] 本発明で使用する細骨材は、化学成分として、K₂O、SO₃、Fe₂O₃、Al₂O₃を含有することが好ましい。細骨材がK₂O、SO₃、Fe₂O₃、Al₂O₃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。

K₂Oの割合は、40 ppm以上3,000 ppm以下であることが好ましく、50 ppm以上2,500 ppm以下であることがより好ましく、60 ppm以上2,250 ppm以下であることがさらに好ましく、70 ppm以上2,000 ppm以下であることがよりさらに好ましい。

SO₃の割合は、40 ppm以上3,000 ppm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。

[0032] 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。

[0033] 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、防錆に優れる急硬補修モルタル材料を得ることができる。

[0034] 本発明の急硬補修モルタル材料は、セメント、カルシウムアルミネート、石膏、ポリマーエマルジョン、繊維、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。

[0035] 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。

[0036] 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。

[0037] 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、可使用時間の確保、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。

[0038] 本発明では、性能に悪影響を与えない範囲で消泡剤を使用することも可能である。消泡剤は、練り混ぜで巻き込む空気量を抑制する目的で使用するものである。

消泡剤の種類としては、硬化モルタルの強度特性に著しく悪影響を与えるものでない限り特に限定されるものではなく、液体状及び粉末状いずれも使用できる。例えば、ポリエーテル系消泡剤、多価アルコールのエステル化物やアルキルエーテル等の多価アルコール系消泡剤、アルキルホスフェート系消泡剤、シリコーン系消泡剤等が挙げられる。

[0039] 消泡剤の使用量は、セメント100質量部に対して、0.002～0.5質量部が好ましく、0.01～0.4質量部がより好ましい。消泡剤の使用量が上記下限値以上であることで、消泡効果を十分に発現することができる。また、消泡剤の使用量が上記上限値以下であることで、鉄筋との付着強度の低下を抑制することができる。

[0040] 本発明では可使時間をコントロールする目的で凝結遅延剤を使用することができる。凝結遅延剤の種類としては、クエン酸、酒石酸、グルコン酸、リンゴ酸等のオキシカルボン酸類とこれらの金属塩類、トリポリリン酸塩、第一リン酸ナトリウム等のリン酸塩、蔗糖、果糖等の糖類、ホウ酸ナトリウム等のホウ酸塩、ケイフッ化マグネシウム等のケイフッ化物等が挙げられる。これらの1種又は2種以上の併用も可能である。

また、これらの凝結遅延剤に炭酸塩、硫酸塩、硝酸塩、亜硝酸塩等を組み合わせたものを使用することも可能である。

[0041] 凝結遅延剤の使用量は、セメント100質量部に対して、0.05～2質量部が好ましく、0.1～1質量部がより好ましい。凝結遅延剤の使用量が上記下限値以上であることで、凝結を好適に遅延させることができる。また

、凝結遅延剤の使用量が上記上限値以下であることで、強度発現性の阻害を抑制することができる。

[0042] 本発明では、性能に悪影響を与えない範囲で、ガス発泡物質、膨張材、減水剤、A E 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、増粘剤、及び収縮低減剤、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。

[0043] 本発明の急硬補修モルタル材料において、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。

[0044] 本発明の急硬補修モルタル組成物は、既述の本発明の急硬補修モルタル材料と水とを含有するものである。

本発明の急硬補修モルタル組成物の練り混ぜ水量は、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、急硬補修モルタル材料 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。

[0045] 本発明の急硬補修モルタル組成物を用いた補修方法は、所定の水を加え練り混ぜてコテを用いて補修箇所に塗り付ける方法や、場合によっては、施工に支障のない程度にポンプを用いて練り混ぜた急硬補修モルタル組成物を圧

送り、補修箇所には圧縮空気を用いて吹き飛ばしコテで仕上げる方法が挙げられる。練混ぜ方法は、ペール缶等の容器に材料を投入しハンドミキサーで練り混ぜる方法や、パン型ミキサー等を用いて練り混ぜる方法であればよい。本発明の急硬補修モルタル組成物は、練り混ぜられ、塗り付けられることで硬化体となる。

具体的な補修方法を例に挙げると、劣化したコンクリート部分をウォータージェットで除去後、プライマーを塗布する。次に、練り混ぜたモルタルをコテで塗り付けるか、吹付けによって塗り付ける。壁面や天井面の場合は、30mm程度の修復厚みであれば、1回で塗り付けられるので表面をコテによって仕上げればよい。30mmを超える修復厚みの場合は、複数層に分割して修復を行う。その際、打ち継ぎ面は平滑にコテ仕上げを行うのではなく、粗い仕上げ状態とし付着力を確保できるようにする。また、打ち継ぐときのタイミングは外気温等で変化するが、先に塗り付けたモルタルを指で触って、へこまない程度に硬化が進んだ段階で行えばよい。最後に、表面が平滑となるようにコテ仕上げを行う。より念入りの施工を行うには、養生シートや養生剤等を用いて乾燥防止対策を実施することが好ましい。

実施例

[0046] 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。

[0047] [実験例1]

セメント100質量部に対して、CA8質量部、石膏8質量部、ポリマーエマルジョン5部、繊維0.6部、細骨材120部、凝結遅延剤1部を含有するように調製し、急硬補修モルタル材料を得た。次いで、塩素含有混和剤（材質名：塩化ナトリウム）を混合し、急硬補修モルタル材料を調製した。

得られた急硬補修モルタル材料100質量部に対して、水23質量部で混練し急硬補修モルタル組成物を調製した。

調製した急硬補修モルタル組成物の塩素濃度、流動性、練混ぜ抵抗性、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

[0048] <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
- ・ポリマーエマルジョン：ポリアクリル酸エステル再乳化樹脂、市販品、水分率 0.8%、密度 0.5 g/mL
- ・繊維：ビニロン繊維、繊維長 6 mm、織度 6.6 d t e x、乾強度 1,850 N/mm^2 、乾伸度 6.0%
- ・凝結遅延剤：試薬 1 級のクエン酸
- ・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。

[0049] <測定項目>

- ・塩素濃度：調製した急硬補修モルタル組成物について、JIS R 5202 に準拠して塩素濃度を測定した。
- ・流動性：JIS R 5201 に準拠し、20℃環境下でフロー値を測定した。
- ・練混ぜ抵抗性：20℃環境下でモルタル混和用ハンドミキサーを用い、90 秒間練り混ぜ、このときの電流値をクランプメーターで測定し、最大値を練混ぜ抵抗性の指標とした。
- ・中性化深さ：材齢 28 日まで 20℃水中養生を施した後、30℃・相対湿

度 60%・炭酸ガス濃度 5%の環境で 12 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 16 cm の $\phi 19$ mm 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 18 cm の $\phi 19$ mm の丸鋼をかぶり厚さが 10 mm となるように超速硬モルタルを充填し、材齢 28 日まで 20℃水中養生を施した後、30℃・相対湿度 60%・炭酸ガス濃度 5%の環境で 12 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、20℃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、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。

$$\text{鉄筋の発錆率 (\%)} = [(m_1 - m_2) / m_1] \times 100$$

[0050] [表1]

No.	CaO	SiO ₂	塩素	流動性	練混ぜ抵抗性	中性化深さ	付着強度	鉄筋の発錆率	備考
	質量%	質量%	ppm	sec	A	mm	N/mm ²	%	
1-1	91	4.8	1	148	13	4.2	4.1	6	比較例
1-2	91	4.8	3	163	9	2.1	5.3	0	実施例
1-3	91	4.8	200	165	7	2	5.6	0	実施例
1-4	91	4.8	1800	159	9	2.3	5.4	1	実施例
1-5	91	4.8	2200	143	13	4.3	4.2	7	比較例
1-6	10	83	200	156	9	2.6	5.0	3	実施例
1-7	85	4.9	210	162	8	2.3	5.5	1	実施例
1-8	92	0.2	210	162	8	2.4	5.4	1	実施例
1-9	91	4.8	190	165	7	2	5.6	0	実施例
1-10	90	15	200	163	8	2.6	5.3	1	実施例
1-11	91	4.9	190	160	7	2.2	5.4	0	実施例
1-12	90	4.8	190	160	8	2.3	5.3	1	実施例

[0051] 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、練混ぜ抵抗性、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。

[0052] [実験例 2]

表2に示す細骨材を配合して急硬補修モルタル組成物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。

$$\text{粗粒率の低下} = R_2 / R_1$$

[0053] [表2]

表2

No.	CaO	SiO ₂	塩素	粗粒率の低下	流動性	練混ぜ抵抗性	中性化深さ	付着強度	鉄筋の発錆率	備考
	質量%	質量%	ppm	%	sec	A	mm	N/mm ²	%	
2-1	86	3.1	190	70	168	8	2.6	5.4	1	実施例
2-2	89	3.9	200	85	167	7	2.3	5.2	1	実施例
2-3	91	4.8	210	93	166	7	2.2	5.3	0	実施例
1-3	91	4.8	200	98	165	7	2	5.6	0	実施例
2-4	89	4.9	200	100	168.0	8.0	2.4	5.3	1	実施例

[0054] 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、練混ぜ抵抗性、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。

[0055] [実験例3]

表3に示す細骨材を配合して急硬補修モルタル組成物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。

[0056]

[表3]

表3

No.	CaO	SiO ₂	塩素	K ₂ O	SO ₃	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	流動性	練混ぜ抵抗性	中性化深さ	付着強度	鉄筋の腐蝕率	備考
	質量%	質量%	ppm	ppm	ppm	質量%	質量%	sec	A	mm	N/mm ²	%	
3-1	90	4.9	190	40	1000	0.6	0.8	161	7	2.2	5.4	1	実施例
1-3	91	4.8	200	940	930	0.7	0.8	165	7	2	5.6	0	実施例
3-2	89	0.1	160	3000	940	0.2	1.2	161	8	2.4	5.2	1	実施例
3-3	90	4.8	210	930	40	1.1	0.3	159	7	2.3	5.2	1	実施例
3-4	92	4.2	190	890	3000	0.3	1.2	163.0	7.0	2.2	5.3	1	実施例
3-5	90	4.9	200	930	1000	0.1	0.7	163	8	2.4	5.1	1	実施例
3-6	91	5	160	780	900	3	0.5	162	8	2.5	5.4	1	実施例
3-7	90	5.1	170	930	900	0.6	0.1	161	7	2.3	5.1	1	実施例
3-8	90	4.5	180	890	940	0.5	3	160	8	2.4	5.3	1	実施例

[0057] 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、練混ぜ抵抗性、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。

産業上の利用可能性

[0058] 本発明の急硬補修モルタル材料は、特定の塩素量を含有し、特定の細骨材を用いることで、流動性や練り混ぜ易さである作業性に加え、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急硬補修モルタル材料、急硬補修モルタル組成物およびその補修方法を提供することが可能となる。そのため、上下水、農水、鉄道、電力、道路、建築などで使用されるコンクリート構造物の補修工法、その他の間隙充填、補強鉄筋との定着等、土木、建築分野に幅広く適用できる。

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、ポリマーエマルジョン、繊維、細骨材からなる急硬補修モルタル材料であって、塩素の量が3 ppm以上1,800 ppm以下である、急硬補修モルタル材料。
- [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に記載の急硬補修モルタル材料。
- [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に記載の急硬補修モルタル材料。
- [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項に記載の超速硬急硬補修モルタル材料。
- [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項に記載の急硬補修モルタル材料。
- [請求項6] 請求項1～5のいずれか1項に記載の急硬補修モルタル材料と水とを含有する急硬補修モルタル組成物。
- [請求項7] 請求項7に記載の急硬補修モルタル組成物を用いてなる硬化体。