

明 細 書

発明の名称：鉄筋継手用充填材

技術分野

[0001] 本発明は、鉄筋継手用充填材に関する。

背景技術

[0002] 従来、土木・建築工事に使用されるモルタル材料としては、セメントに減水剤を加えたものが一般的である。さらに、カルシウムサルフォアルミネート系膨張材又は石灰系膨張材や、アルミ粉等の発泡剤を添加し無収縮材料とし、これらに川砂や珪砂等を配合し、ペーストやモルタルとして使用されている。特に、コンクリート構造物の細かい空隙、逆打ち工法での空隙、構造物の補修や補強、機械装置のベースプレート下、及び軌道床版下等へ充填する工法等に広く使用されている。

[0003] 一般に土木・建築工事において充填施工されるモルタル材料はグラウトといわれるが、グラウトには、PCグラウト、プレパックドコンクリート用グラウト、トンネルやシールドの裏込めグラウト、プレキャスト用グラウト、構造物の補修・補強グラウト、鉄筋継手グラウト、橋梁の支承下グラウト、舗装床版下グラウト、軌道床版下グラウト、及び原子力発電所格納容器下グラウトなどがある。

[0004] 近年、土木・建築構造物に使われるコンクリートの品質が高性能化し、グラウトとして使用されるモルタル材料に要求される性能も用途によっては高強度、高流動、低収縮等が要求されている。

[0005] 中でも、鉄筋コンクリート、プレキャストコンクリート等の構造物において鉄筋を接続させる継手に充填するモルタルには、鉄筋コンクリート構造物の大型化、耐震性向上によるコンクリートの高強度化に伴い、継手の高強度化等、継手の耐力の向上も必要となり、モルタルの高流動性、高い強度発現性、低収縮性が望まれている。

[0006] 特許文献1には、例えば鋼材継手グラウトとしてのセメント系グラウト組

成物が記載されている。それは、セメント、細骨材、減水剤、膨張材、無機質微粉末及び発泡物質からなる組成物において、減水剤の配合量がセメント 100 質量部に対し 0.05～4 質量部であり、該減水剤 100 質量部中のメランスルホン酸塩系減水剤が 10～30 質量部、ナフタレンスルホン酸塩系減水剤が 5.5～8.5 質量部、リグニンスルホン酸塩系減水剤が 5～20 質量部であることが記載されている。そして、膨張材が遊離石灰、カルシウムアルミノフェライト及び無水セッコウを主成分とするものが好ましいことが記載されている。

[0007] 特許文献 2 には、継手用の充填材としても使用できるセメント組成物が記載されている。それは、高ビーライト系セメントと、シリカフュームと、ポリアルキレングリコール鎖を有するポリカルボン酸系高分子化合物を主成分とするセメント分散剤と、石灰系混和材又は有機系収縮低減剤と、該高ビーライト系セメントの水和反応に起因する収縮力に対抗する圧力を発生させる物質と、比重が 3.4 以上で吸水率が 0.5～1.5% である細骨材とを含有することが記載されている。そして、膨張材として、石灰系膨張材や、CaO 結晶を含有するクリンカーと石膏との混合粉砕物を用いることが好ましいと記載されている。

[0008] 特許文献 3 には、鉄筋継手用充填材及びそれを用いた鉄筋継手充填施工方法が記載されている。鉄筋継手用充填材は、セメント、膨張材、ポゾラン微粉末、減水剤及び細骨材を含有し、膨張材が、カルシウムアルミノフェライト系膨張材であり、ポゾラン微粉末が、二酸化珪素 (SiO_2) 含有率が 90% 以上で水素イオン濃度が酸性領域にあるシリカ質微粉末であり、及び、減水剤がポリカルボン酸系減水剤であることが記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0009] 特許文献 1：特開 2003-171162 号公報

特許文献 2：特開 2003-286064 号公報

特許文献 3：特開 2008-94674 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0010] 超高層ビルの建築等が多くなされている現状においては、鉄筋継手の更なる性能向上が求められている状況である。特に、特許文献3の技術に加えて、引張強さ以外の高い鉄筋継手性能も満たし、低ブリーディング率によるモルタル面の沈下防止効果を付与することが必要である。このような状況の下、本発明は、モルタルが高流動性を持ち、硬化体が寸法安定性、高強度を持ち、さらに、低ブリーディング率によるひび割れ防止が実現できる鉄筋継手用充填材を提供することを課題とする。

課題を解決するための手段

- [0011] 本発明者らは、上記課題の解決のために、鋭意研究を進めたところ、使用する膨張材に加えて、シリカフュームと、減水剤と、細骨材の粒径分布と、ロサンゼルス試験機によるすりへり減量に着目することで、モルタルが高流動性を持ち、硬化体が寸法安定性と高強度を持ち、モルタル面の沈下防止を実現するのに好適な鉄筋継手用充填材が得られることを見出し、本発明を完成させた。

- [0012] すなわち、本発明は以下の通りである。

〔1〕セメントと、膨張材と、シリカフュームと、減水剤と、細骨材とを含む鉄筋継手用充填材であって、前記細骨材が、ロサンゼルス試験機による骨材すりへり試験の0.09mmふるいを用いてのすりへり減量が3%以下であり、細骨材100質量%中に、粒径0.3～2mmの含有割合が60～90質量%であり、粒径0.3mm未満の含有割合が10～40質量%である鉄筋継手用充填材。

〔2〕前記膨張材の含有量は、前記セメント100質量部に対して、3質量部以上20質量部以下である〔1〕に記載の鉄筋継手用充填材。

〔3〕前記シリカフュームの含有量は、前記セメント100質量部に対して、3質量部以上20質量部以下である〔1〕又は〔2〕に記載の鉄筋継手用充填材。

〔４〕前記減水剤の含有量は、前記セメント１００質量部に対して、０．０５質量部以上５質量部以下である〔１〕～〔３〕のいずれかに記載の鉄筋継手用充填材。

〔５〕前記細骨材の含有量は、前記セメント１００質量部に対して、５０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鉄筋継手用充填材。

〔６〕前記細骨材が、密度 2.6 g/cm^3 以上の重量骨材である〔１〕～〔５〕のいずれかに記載の鉄筋継手用充填材。

〔７〕発泡剤を含有する〔１〕～〔６〕のいずれかに記載の鉄筋継手用充填材。

〔８〕消泡剤を含有する〔１〕～〔７〕のいずれかに記載の鉄筋継手用充填材。

発明の効果

[0013] 本発明により、鉄筋継手用充填材は、モルタルが高流動性を持ち、硬化体が寸法安定性、高強度を持ち、ひび割れ防止を実現できる。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、本発明を詳細に説明する。以下に示す具体的な形態はあくまでも例であって、本発明はこれらに限定されるものではない。

[0015] 〔鉄筋継手用充填材〕

本発明の鉄筋継手用充填材は、セメントと、膨張材と、シリカフュームと、減水剤と、細骨材とを含有する。本発明の鉄筋継手用充填材は、さらに、発泡剤と消泡剤とを含有してもよい。以下で、セメント組成物とは、セメントと、膨張材と、シリカフュームと、減水剤とを含有するものである。

[0016] <細骨材>

本発明で使用する細骨材としては、重量骨材が好ましく、強度発現性、流動性の保持等が得られれば特に限定されるものではないが、例えば、フェロニッケルスラグ、フェロクロムスラグ、橄欖石、磁鉄鉱石、赤鉄鉱石、銅スラグ、電気炉酸化スラグ等が挙げられるが、本発明では、これらのうち一種

または二種以上を併用することが可能である。細骨材の密度は 2.6 g/cm^3 以上であることが好ましく、 2.9 g/cm^3 以上であることがより好ましい。細骨材が、密度 2.6 g/cm^3 以上の重量骨材であるとき、モルタルの流動性が良く、材料分離がし難い。プレミックス製品として使用する際には各々を乾燥した乾燥砂が好ましく、その粒度は流動性の面から最大粒径が 2.0 mm であることが好ましい。なお、細骨材の密度は、JIS A 1109：2006「細骨材の密度及び吸水率試験方法」に規定された方法に準拠して計測できる。

[0017] また、細骨材は、ロサンゼルス試験機を用いての骨材すりへり試験による、 0.09 mm ふるい上のものの、すりへり減量は 3% 以下とした。すりへり減量は、 2.5% 以下がより好ましく、 2.0% 以下がさらに好ましい。さらに、細骨材 100 質量%中に、粒径 $0.3 \sim 2 \text{ mm}$ の含有割合が $60 \sim 90$ 質量%が好ましく、 $70 \sim 85$ 質量%がより好ましく、 0.3 mm 未満の含有割合が $10 \sim 40$ 質量%が好ましく、 $15 \sim 30$ 質量%がより好ましい。このとき、細骨材が適度な硬度と適切な粒径を持つため、この細骨材を用いたときの鉄筋継手用充填材は、モルタルが高流動性を持ち、硬化体が寸法安定性、高強度を持ち、ひび割れ防止を実現できる。なお、粒径 $0.3 \sim 2 \text{ mm}$ の含有割合と 0.3 mm 未満の含有割合は、 0.3 mm 篩を用いて粒径 $0.3 \sim 2 \text{ mm}$ と 0.3 mm 未満との2つに分離し、それぞれの質量を計測することにより求めた。

[0018] なお、ロサンゼルス試験機を用いての骨材すりへり試験の 0.09 mm ふるいを用いてのすりへり減量は、下記式により、JIS A 1121：2007「ロサンゼルス試験機による粗骨材のすりへり試験方法」に準拠して測定される。

$$\text{すりへり減量 (\%)} = (m_1 - m_2) / m_1 \times 100$$

m_1 ：試験前の試料の全質量 (g)

m_2 ：試験後、 0.09 mm ふるいとどまった試料の質量 (g)

[0019] 細骨材の使用量は、セメント 100 質量部に対して、 50 質量部以上 30

0質量部以下が好ましく、50質量部以上200質量部以下がより好ましい。細骨材の使用量が、セメント100質量部に対して、50～300質量部だと、収縮量が少なく、強度や流動性が高い。

[0020] <膨張材>

本発明の膨張材とは、カルシウムサルフォアルミネート系膨張材、カルシウムアルミノフェライト系膨張材、石灰系膨張材、およびセッコウ系膨張材等が挙げられるが、その中でも、カルシウムサルフォアルミネート系膨張材が好ましい。カルシウムサルフォアルミネート系膨張材を使用することで、ブリーディング抑止効果に優れ、モルタル面の沈下防止効果を付与でき、寸法安定性を持たせることができるので、硬化体のひび割れを効率的に防止できる。

[0021] カルシウムサルフォアルミネート系膨張材は、CaO原料、Al₂O₃原料、Fe₂O₃原料、およびCaSO₄原料を所定の割合になるように配合し、電気炉やロータリーキルンなどを用いて、一般的には、1,100～1,600℃で熱処理をして製造される。熱処理温度が1,100～1,600℃では、得られた膨張材の膨張性能が十分であり、1,600℃を超えると無水石膏が分解する場合がある。

[0022] CaO原料としては、石灰石や消石灰等が、Al₂O₃原料としてはボーキサイトやアルミ残灰等が、Fe₂O₃原料としては銅カラムや市販の酸化鉄等が、そしてCaSO₄原料としては二水石膏、半水石膏、および無水石膏等が挙げられる。

[0023] 膨張材の粉末度は、ブレン値で4,000cm²/g以上9,000cm²/g以下が好ましく、5,000cm²/g以上8,000cm²/g以下がより好ましい。膨張材の含有量は、セメント100質量部に対して、3質量部以上20質量部以下が好ましく、5質量部以上15質量部以下がより好ましい。このとき、ブリーディングの発生が抑止できる。

[0024] <シリカフューム>

本発明で使用するシリカフュームは、特に低水比での良好な流動性および

ブリーディング防止、強度発現に使用するもので、ジルコニアの製造工程において副生するシリカフュームとして得られ、従来の一般的なシリカフュームと比較して一次粒子径は大きい、凝集しにくい。これらの点で、シリカフュームの二酸化珪素 (SiO_2) の含有率は85%以上が好ましく、90%以上がより好ましい。水素イオン濃度が酸性領域にあることが好ましい。ここでいう水素イオン濃度とは、シリカフューム20gを純水100gに入れ、マグネティックスターラーにて5分間攪拌した後、懸濁液中の水素イオン濃度をpHメータにより計測した値である。

[0025] シリカフュームの製造方法は、例えば、金属シリコン微粉末を火炎中で酸化させる方法や高温火炎中でシリカ質原料微粉末を溶融する方法において原料の熱処理条件を調整し、捕集温度を550℃以上にするによって製造することができる。また、電気炉においてジルコンサンドを電融した際にサイクロンなどで捕集した後分級して製造されるものもある。

[0026] ジルコニア起源シリカフュームの好ましい比表面積は、流動性や強度発現性の観点から、BET比表面積で5～13m²/gであることが好ましく、8～12m²/gであることがより好ましい。

[0027] ジルコニア起源シリカフュームの平均粒子径は、0.1～0.3μmの従来の金属シリコンやフェロシリコンをアーク炉で製造する際に発生する排ガスから捕集されるシリカフュームより粒が大きく、1μm程度以下が好ましい。

[0028] シリカフュームの使用量は、セメント100質量部に対して、3質量部以上20質量部以下が好ましく、5質量部以上15質量部以下がより好ましい。シリカフュームの使用量を、セメント100質量部に対して、3～20質量部とすることで、強度発現が十分であり、ボールベアリング効果があって練り混ぜ時の負荷が小さく済み、所定の水量で優れた流動性が得られる。

[0029] <減水剤>

本発明で使用する減水剤は、セメントに対する分散作用や空気連行作用を有し、流動性改善や強度増進するものの総称であり、具体的には、ナフタレ

ンスルホン酸系減水剤、メラミンスルホン酸系減水剤、リグニンスルホン酸系減水剤、及びポリカルボン酸系減水剤などが挙げられるが、本発明では、ポリカルボン酸系減水剤が好ましい。ポリカルボン酸系減水剤を使用することにより流動性の保持が良好となる。

[0030] 減水剤の使用形態は粉体、液体のいずれでも使用できるがプレミックス製品として使用する際には粉体が好ましく、セメント100質量部に対する減水剤の含有量は、粉体で、0.05質量部以上5質量部以下が好ましく、0.1質量部以上2質量部以下がより好ましい。

[0031] セメント100質量部に対する減水剤の含有量が0.05～5質量部のとき、高流動性が得られる。また、本発明の効果を阻害しない範囲でメラミンスルホン酸系減水剤、リグニンスルホン酸系減水剤を併用することができる。

[0032] <発泡剤>

本発明では、練り混ぜ後のモルタルの初期膨張を得るため、水と練り混ぜた際にガスを発生する発泡剤を併用することができる。発泡剤としては特に限定されるものではなく、例えば、金属粉末や過酸化物等が挙げられる。なかでも添加量と効果の面からアルミニウム粉末が好ましいが、アルミニウム粉末の表面は酸化されやすく、酸化皮膜で覆われると反応性が低下するため、植物油、鉱物油、又はステアリン酸等で表面処理したアルミニウム粉末が好ましい。

[0033] 発泡剤の使用量は、セメント100質量部に対して、0.0001質量部以上0.003質量部以下が好ましく、0.0002質量部以上0.003質量部以下がより好ましく、0.001質量部以上0.002質量部以下がさらに好ましい。0.0001部以上であることで、モルタル面の沈下を有効に防ぐことができ、0.003部以下であることで発泡が過剰とならず、強度が低下を防ぐことができる。

[0034] <消泡剤>

本発明では、消泡剤を使用することが好ましい。消泡剤としては特に限定されるものではないが、特殊非イオン界面活性剤とシリカとの混合物があげ

られる。その使用量はセメント100質量部に対して0.3質量部以下が好ましく、0.1質量部以下がより好ましい。0.3質量部以下だと、消泡された泡がセメントモルタル表面に多量にあがってくることがない。

[0035] <セメント>

本発明で使用するセメントとしては、普通、早強、超早強、低熱、及び中庸熱等の各種ポルトランドセメント、これらポルトランドセメントに、高炉スラグ、フライアッシュ、シリカ、又は石灰石微粉等を混合した各種混合セメント、並びに、廃棄物利用型セメント、いわゆるエコセメントなどが挙げられ、そのうち練り混ぜ性および強度発現の面から普通または早強セメントが好ましい。

[0036] 製造コストや強度発現性の観点から、セメントのブレン値は、2,500~7,000 cm²/gであることが好ましく、3,000~4,500 cm²/gであることがより好ましい。ブレン値は、JIS R 5201:2015「セメントの物理試験方法」に準拠して求められる。

[0037] [鉄筋継手充填施工方法]

本発明の鉄筋継手用充填材は、鉄筋継手用充填材に水を加えて練り混ぜ施工する方法で用いる。具体的には、まず、鉄筋継手用充填材に水を配合し、モルタルを作製する。モルタルの練り混ぜは、特に限定されるものではないが、回転数が900 rpm以上のハンドミキサ、通常の高速グラウトミキサ、および二軸型の強制ミキサを使用することが好ましい。

[0038] ハンドミキサ又は高速グラウトミキサでの練り混ぜは、ペール缶等の練り容器又はミキサに予め所定の量の水を入れ、その後、ミキサを回転させながら鉄筋継手用充填材を予め混合したものを投入し、2分以上練り混ぜる。また、強制ミキサでの練り混ぜは、予め混合したものをミキサに投入し、ミキサを回転させながら所定の水を投入し、少なくとも2分以上練り混ぜる。練り混ぜ時間が2分以上であると、適切な流動性を有するモルタルが得られやすい。

[0039] 継手に鉄筋を差し込まれた後、練り混ぜられたモルタルは、通常、ダイヤ

フラム式手動ポンプ、あるいは、スクイズ式等モルタルポンプにより継手に充填施工される。その後、モルタルは硬化体となり、鉄筋は継手により強固に固定される。

[0040] 本発明で使用する練り混ぜ水量は特に限定されるものではないが、鉄筋継手充填材 100 質量部に対して水は 10～30 質量部が好ましく、10～20 質量部がより好ましい。この範囲内では、流動性が高く、強度が高い。

実施例

[0041] [実験例 1]

セメントと、セメント 100 質量部に対して、表 2 に示す量の膨張材、シリカフューム、減水剤、細骨材、発泡剤、消泡剤を混合してこれらからなる鉄筋継手用充填材を調製した。セメント組成物 100 質量部に対して、水を 15 質量部の割合で加え、モルタルを作製した。作製したモルタルについて、温度 20℃において、フロー、ブリーディング率、膨張収縮率、圧縮強度、長さ変化率を測定した。

[0042] <使用材料>

(a) セメント：普通ポルトランドセメント、ブレン値 3，300 cm²/g、市販品

(b) 膨張材：カルシウムサルフォアルミネート系、ブレン値 6，000 cm²/g、市販品

(c) シリカフューム：酸化ジルコニウムを含有するシリカヒューム、酸化ジルコニウムの含有率 5%、BET 比表面積 12 m²/g、pH 3.0、市販品

(d) 減水剤：ポリカルボン酸系減水剤、市販品

(e) 細骨材

以下に示される細骨材の含有割合は四捨五入をして 10 質量%単位に丸めた値である。

(e-1) 細骨材 A：フェロニッケルスラグ骨材、密度 3.11 g/cm³、最大骨材径 2.0 mm、ロサンゼルス試験機による骨材すりへり減量 (0.

0.9 mmふるい使用) 1.2%、粒径0.3~2 mmの含有割合80質量%、粒径0.3 mm未満の含有割合20質量%、市販品

(e-2) 細骨材B: フェロクロムスラグ骨材、密度 3.12 g/cm^3 、最大骨材径2.0 mm、ロサンゼルス試験機による骨材すりへり減量(0.09 mmふるい使用) 1.4%、粒径0.3~2 mmの含有割合80質量%、粒径0.3 mm未満の含有割合20質量%、市販品

(e-3) 細骨材C: 橄欖石骨材、密度 3.00 g/cm^3 、最大骨材径2.0 mm、ロサンゼルス試験機による骨材すりへり減量(0.09 mmふるい使用) 0.9%、粒径0.3~2 mmの含有割合80質量%、粒径0.3 mm未満の含有割合20質量%、市販品

(e-4) 細骨材D: フェロニッケルスラグ骨材、密度 3.11 g/cm^3 、最大骨材径2.0 mm、ロサンゼルス試験機による骨材すりへり減量(0.09 mmふるい使用) 1.2%、粒径0.3~2 mmの含有割合20質量%、粒径0.3 mm未満の含有割合80質量%、市販品

(e-5) 細骨材E: フェロニッケルスラグ骨材、密度 2.95 g/cm^3 、最大骨材径2.0 mm、ロサンゼルス試験機による骨材すりへり減量(0.09 mmふるい使用) 3.9%、粒径0.3~2 mmの含有割合80質量%、粒径0.3 mm未満の含有割合20質量%、市販品

(e-6) 細骨材F: 製鋼スラグ骨材、密度 3.61 g/cm^3 、最大骨材径2.0 mm、ロサンゼルス試験機による骨材すりへり減量(0.09 mmふるい使用) 2.5%、粒径0.3~2 mmの含有割合80質量%、粒径0.3 mm未満の含有割合20質量%、市販品

(e-7) 細骨材G: 珪砂、密度 2.60 g/cm^3 、最大骨材径2.0 mm、ロサンゼルス試験機による骨材すりへり減量(0.09 mmふるい使用) 4.8%、粒径0.3~2 mmの含有割合80質量%、粒径0.3 mm未満の含有割合20質量%、市販品

(e-8) 細骨材H: 石灰石骨材、密度 2.60 g/cm^3 、最大骨材径2.0 mm、ロサンゼルス試験機による骨材すりへり減量(0.09 mmふるい

使用) 4. 0%、粒径0. 3~2 mmの含有割合80質量%、粒径0. 3 mm未満の含有割合20質量%、市販品

(e-9) 細骨材I: フェロクロムスラグ骨材、密度3. 10 g/cm³、最大骨材径2. 0 mm、ロサンゼルス試験機による骨材すりへり減量(0. 09 mmふるい使用) 4. 0%、粒径0. 3~2 mmの含有割合20質量%、粒径0. 3 mm未満の含有割合80質量%、市販品

(e-10) 細骨材J: フェロニッケルスラグ骨材、密度3. 11 g/cm³、最大骨材径2. 0 mm、ロサンゼルス試験機による骨材すりへり減量(0. 09 mmふるい使用) 1. 2%、粒径0. 3~2 mmの含有割合60質量%、粒径0. 3 mm未満の含有割合40質量%、市販品

(e-11) 細骨材K: フェロニッケルスラグ骨材、密度3. 11 g/cm³、最大骨材径2. 0 mm、ロサンゼルス試験機による骨材すりへり減量(0. 09 mmふるい使用) 1. 2%、粒径0. 3~2 mmの含有割合90質量%、粒径0. 3 mm未満の含有割合10質量%、市販品

(e-12) 細骨材L: フェロニッケルスラグ骨材、密度3. 05 g/cm³、最大骨材径2. 0 mm、ロサンゼルス試験機による骨材すりへり減量(0. 09 mmふるい使用) 3. 0%、粒径0. 3~2 mmの含有割合80質量%、粒径0. 3 mm未満の含有割合20質量%、市販品

(e-13) 細骨材M: フェロニッケルスラグ骨材、密度3. 11 g/cm³、最大骨材径2. 0 mm、ロサンゼルス試験機による骨材すりへり減量(0. 09 mmふるい使用) 1. 2%、粒径0. 3~2 mmの含有割合100質量%、粒径0. 3 mm未満の含有割合0質量%、市販品

(f) 発泡剤: アルミニウム粉末(表面処理品)、市販品

(g) 消泡剤: 特殊非イオン界面活性剤とシリカの混合物、市販品

(h) 水: 水道水

表1に細骨材A~Mについて示す。

[0043]

[表1]

表1

	骨材の種類	密度(g/cm ³)	最大骨材径(mm)	ロサンゼルス試験機による骨材すりへり減量(%)	粒径0.3～2mmの含有割合(質量%)	粒径0.3mm未満の含有割合(質量%)
細骨材A	フェロニッケルスラグ骨材	3.11	2.0	1.2	80	20
細骨材B	フェロクロムスラグ骨材	3.12	2.0	1.4	80	20
細骨材C	橄欖石骨材	3.00	2.0	0.9	80	20
細骨材D	フェロニッケルスラグ骨材	3.11	2.0	1.2	20	80
細骨材E	フェロニッケルスラグ骨材	2.95	2.0	3.9	80	20
細骨材F	製鋼スラグ骨材	3.61	2.0	2.5	80	20
細骨材G	珪砂	2.60	2.0	4.8	80	20
細骨材H	石灰石骨材	2.60	2.0	4.0	80	20
細骨材I	フェロクロムスラグ骨材	3.10	2.0	4.0	20	80
細骨材J	フェロニッケルスラグ骨材	3.11	2.0	1.2	60	40
細骨材K	フェロニッケルスラグ骨材	3.11	2.0	1.2	90	10
細骨材L	フェロニッケルスラグ骨材	3.05	2.0	3.0	80	20
細骨材M	フェロニッケルスラグ骨材	3.11	2.0	1.2	100	0

[0044] <評価方法>

(1) フロー：JASS 15 M-103「セルフレベリング材の品質基準」に準じて測定した。フロー容器は、Φ50×100mmの塩化ビニル樹脂製のパイプを用いた。モルタルをパイプに充填し、パイプを引き上げた。モルタルの広がり静止した後、直角2方向の直径を測定し、その平均値をフローの値とした。

(2) ブリーディング率：JSCE-F 542-1999に準拠し、容器に各実施例及び比較例で調製したモルタルを採取してから3時間後にブリーディング水を採取し、試料の体積に対するブリーディング水の水量の割合を

ブリーディング率とした。

(3) 膨張収縮率：J S C E - F 5 4 2 - 1 9 9 9 に準拠し、型枠に各実施例及び比較例で調製したモルタルを採取してから 2 4 時間後にブリッジ上面からガラス板までの深さを計測し、基長との差から膨張収縮率を求めた。

(4) 圧縮強度：J S C E - G 5 0 5 - 1 9 9 9 に準拠して測定した。供試体のサイズは、 $\phi 50\text{ mm} \times 100\text{ mm}$ であり、1 日で脱型後水中養生し、材齢 2 8 日の供試体に対して試験し、圧縮強度を求めた。

(5) 長さ変化率：J I S A 6 2 0 2 : 2 0 1 7 付属書 A 「膨張材のモルタルによる膨張性試験方法」に準拠して測定した。供試体は材齢 1 日後に水中養生し、材齢 7 日の供試体の長さから長さ変化率を求めた。

結果を表 2 に示す。

[0045] [表2]

表2		1-1	1-2	1-3	1-4	1-5	1-6	1-7	1-8	1-9	1-10	1-11	1-12	1-13	1-14	1-15
No.		膨張材の量(質量部)	5	10	15	10	10	10	10	10	10	0	10	10	10	10
シリカフェームの量(質量部)		10	10	10	5	15	10	10	10	10	10	0	10	10	10	10
減水剤の量(質量部)		0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.1	2	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0	0.5	0.5
細骨材	種類	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	D
	量(質量部)	110	110	110	110	110	110	110	70	150	110	110	110	110	0	110
発泡剤の量(質量部)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015	0.0015
消泡剤の量(質量部)		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
フロー(mm)		211	206	195	168	211	151	233	210	176	205	219	142	55	215	170
ブリーディング率(%)		0.8	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	0.5	0.0	0.0	0.0
膨張収縮率(%)		-1.20	-1.00	-0.65	-1.14	-0.95	-0.92	-1.06	-1.22	-0.88	+0.25	+0.02	+0.17	+0.14	+0.07	+0.27
圧縮強度(N/mm ²)		92	90	82	80	93	92	89	95	80	108	107	62	68	72	102
長さ変化率($\times 10^{-6}$)		163	319	753	327	287	325	303	497	202	317	-2	341	328	912	307
備考		実施例	実施例	実施例	実施例	実施例	実施例	実施例	実施例	実施例	実施例	比較例	比較例	比較例	比較例	比較例

[0046] 表 2 より、実施例に用いた鉄筋継手用充填材は、フローが比較的高いことからモルタルが高流動性を持ち、ブリーディング率が比較的低いことからモルタル面の沈下防止を実現でき、膨張収縮率が比較的低く長さ変化率が比較的低いことから硬化体が寸法安定性を持ち、硬化体のひび割れを防止でき、圧縮強度が比較的高いことから硬化体が高強度を持つことが分かった。この

ような実施例に示される条件などを参考にして、以下に示す実験例2を行った。

[0047] [実験例2]

セメント100質量部に対して、膨張材10質量部、シリカフューム10質量部、減水剤0.5質量部、発泡剤0.001質量部、消泡剤0.1質量部、および表3に示す種類と量の細骨材からなる鉄筋継手用充填材を調製した。セメント組成物100質量部に対して、水を15質量部の割合で加え、モルタルを作製した。モルタルの使用材料は実験例1と同様である。

[0048] 作製したモルタルについて、実験例1と同様に、温度20℃において、フロー、ブリーディング率、膨張収縮率、圧縮強度、長さ変化率を測定した。

次に、鉄筋には、JIS G 3112:2010「鉄筋コンクリート用棒鋼」で規定された、種類の記号がSD490であって、呼び名がD32であるものを使用し、継手には、S10U/IIを使用して、ポストグラウト方式を採用し、継手に鉄筋を挿入後、練上げたモルタルをダイヤフラム式手動ポンプで継手の注入口から充填し、継手の空気排出口からモルタルが排出されるのを確認した後、モルタルの充填を終了することで、鉄筋継手試験体を作製した。

[0049] 作製した鉄筋継手試験体を、20℃恒温室で所定の材齢（28日）まで養生後、「2007年版 建築物の構造関係技術基準解説書」に記載された「鉄筋継手性能判定基準」に定められた方法により試験を行った。評価は、20℃養生における鉄筋継手用充填材が「鉄筋継手性能判定基準」に定められたA級性能に適合するかどうかで行った。

[0050] <鉄筋継手性能判定基準>

鉄筋継手試験体に対して、一方向引張り試験、一方向繰返し試験、弾性域正負繰返し試験、塑性域正負繰返し試験を行い、引張強さ、剛性低下率、すべり量、じん性を求め、それぞれが鉄筋継手性能判定基準（A級）を満たしているかどうかを確かめた。ここで、 $_{1c}E$ 、 $_{20c}E$ は、それぞれ、1回目、20回目の加力時の $0.95\delta_{y0}$ の応力における接合鉄筋の割線剛性であり、 $_{2}$

${}_{0c}\delta_s$ 、 ${}_{4c}\delta_s$ は、それぞれ、20回目、4回目の加力における接合鉄筋のすべり変形であり、 ε_u は、接合鉄筋の終局ひずみであり、 ε_y は、接合鉄筋の降伏ひずみである。

結果を鉄筋継手性能判定基準（A級）と共に表3に示す。

[0051] [表3]

No.		2-1	2-2	2-3	2-4	2-5	2-6	2-7	2-8	2-9	2-10	2-11	2-12	2-13	鉄筋継手性能 判定基準(A級)
細骨材	種類	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	—
	量 (質量部)	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	110	
フロー(mm)		205	210	195	170	191	216	172	165	208	188	219	200	238	—
ブリーディング率(%)		0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	—
膨張収縮率(%)		+0.25	+0.22	+0.19	+0.27	+0.20	+0.29	+0.33	+0.35	+0.17	+0.26	+0.14	+0.27	+0.07	—
圧縮強度(N/mm ²)		108	105	97	102	110	106	95	91	102	105	100	95	87	—
長さ変化率(×10 ⁻⁶)		317	310	322	307	301	305	343	352	323	310	306	318	306	—
鉄筋継手性能	引張強さ (N/mm ²)	746	751	733	711	605	637	603	597	602	738	722	629	605	≧620
	剛性低下率 (_{200E/10E})	0.85	0.80	0.91	0.79	0.73	0.76	0.71	0.63	0.71	0.82	0.83	0.77	0.64	≧0.5
	すべり量 20c δ _s (mm)	0.13	0.11	0.10	0.39	0.22	0.20	0.34	0.32	0.25	0.20	0.11	0.17	0.25	≦0.3
	量 4c δ _s (mm)	0.28	0.32	0.25	0.54	0.41	0.51	0.55	0.53	0.48	0.35	0.26	0.37	0.41	≦0.6
	じん性 ε _u (%)	4.0	3.8	4.1	1.8	1.7	2.9	1.8	1.5	1.8	3.0	3.7	2.1	1.9	≧2
	性 ε _u /ε _y	19.1	19.6	19.5	9.4	7.5	11.1	7.3	7.0	7.7	16.3	18.5	10.9	9.7	≧10
備考		実施例	実施例	実施例	比較例	比較例	実施例	比較例	比較例	比較例	実施例	実施例	実施例	比較例	—

[0052] 表3より、実施例の鉄筋継手試験体は、鉄筋継手性能判定基準（A級）を満たすことが分かった。このことから、本発明の鉄筋継手用充填材は、高い鉄筋継手性能を実現でき、継手により鉄筋を十分強固に接続できると判断できる。

請求の範囲

- [請求項1] セメントと、膨張材と、シリカフュームと、減水剤と、細骨材とを含有する鉄筋継手用充填材であって、前記細骨材が、ロサンゼルス試験機による骨材すりへり試験の0.09mmふるいを用いてのすりへり減量が3%以下であり、細骨材100質量%中に、粒径0.3～2mmの含有割合が60～90質量%であり、粒径0.3mm未満の含有割合が10～40質量%である鉄筋継手用充填材。
- [請求項2] 前記膨張材の含有量は、前記セメント100質量部に対して、3質量部以上20質量部以下である請求項1に記載の鉄筋継手用充填材。
- [請求項3] 前記シリカフュームの含有量は、前記セメント100質量部に対して、3質量部以上20質量部以下である請求項1又は2に記載の鉄筋継手用充填材。
- [請求項4] 前記減水剤の含有量は、前記セメント100質量部に対して、0.05質量部以上5質量部以下である請求項1～3のいずれか1項に記載の鉄筋継手用充填材。
- [請求項5] 前記細骨材の含有量は、前記セメント100質量部に対して、50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項に記載の鉄筋継手用充填材。
- [請求項6] 前記細骨材が、密度 2.6 g/cm^3 以上の重量骨材である請求項1～5のいずれか1項に記載の鉄筋継手用充填材。
- [請求項7] 発泡剤を含有する請求項1～6のいずれか1項に記載の鉄筋継手用充填材。
- [請求項8] 消泡剤を含有する請求項1～7のいずれか1項に記載の鉄筋継手用充填材。