

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2017-13339

(P2017-13339A)

(43) 公開日 平成29年1月19日(2017.1.19)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
B 2 8 B 7/16 (2006.01)	B 2 8 B 7/16	Z 4 G 0 5 3
C 0 4 B 18/14 (2006.01)	C 0 4 B 18/14	Z 4 G 1 1 2
C 0 4 B 28/02 (2006.01)	C 0 4 B 28/02	
C 0 4 B 24/26 (2006.01)	C 0 4 B 24/26	E

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2015-131710 (P2015-131710)	(71) 出願人	000000206
(22) 出願日	平成27年6月30日 (2015. 6. 30)		宇部興産株式会社
			山口県宇部市大字小串1978番地の96
		(74) 代理人	100088155
			弁理士 長谷川 芳樹
		(74) 代理人	100113435
			弁理士 黒木 義樹
		(74) 代理人	100145012
			弁理士 石坂 泰紀
		(74) 代理人	100169063
			弁理士 鈴木 洋平
		(72) 発明者	桐山 宏和
			山口県宇部市大字小串1978番地の96
			宇部興産株式会社内

最終頁に続く

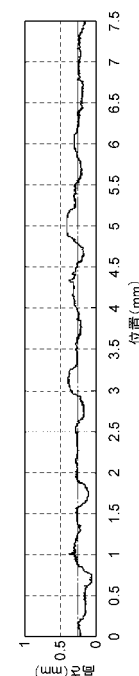
(54) 【発明の名称】 高強度モルタル硬化体及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】十分に簡単な手順で製造することができ且つ表面に発生するヘアクラックが視認されにくい高強度モルタル硬化体を提供する。

【解決手段】本発明に係る高強度モルタル硬化体は、平均粗さ0.02～1mm及び平均間隔0.05～50mmの凹凸模様を表面に有し、密度が2300～2600kg/m³である。この高強度モルタル硬化体は、水と、セメントと、シリカヒュームとを含むモルタル組成物を硬化させたものであり、モルタル組成物に含まれる水の量は、セメントとシリカヒュームの含量100質量部に対して20質量部以下であることが好ましい。

【選択図】 図4



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

平均粗さ 0.02～1 mm 及び平均間隔 0.05～50 mm の凹凸模様を表面に有し、密度が 2300～2600 kg/m³ である高強度モルタル硬化体。

【請求項 2】

当該高強度モルタル硬化体は、水と、セメントと、シリカヒュームとを含むモルタル組成物を硬化させたものであり、

前記モルタル組成物に含まれる水の量は、セメントとシリカヒュームの含量 100 質量部に対して 20 質量部以下である、請求項 1 に記載の高強度モルタル硬化体。

【請求項 3】

前記モルタル組成物は、細骨材と混和剤とを更に含む、請求項 2 に記載の高強度モルタル硬化体。

【請求項 4】

凹凸模様が内面に施された型枠にモルタル組成物を流し込む工程と、

前記型枠内において前記モルタル組成物を硬化させる工程と、

前記型枠を取り外すことによって、平均粗さ 0.02～1 mm 及び平均間隔 0.05～50 mm の凹凸模様が表面に転写された高強度モルタル硬化体を得る工程と、を含み、

前記高強度モルタル硬化体の密度が 2300～2600 kg/m³ である、高強度モルタル硬化体の製造方法。

【請求項 5】

前記モルタル組成物は、水と、セメントと、シリカヒュームとを含み、

前記モルタル組成物に含まれる水の量は、セメントとシリカヒュームの含量 100 質量部に対して 20 質量部以下である、請求項 4 に記載の強度モルタル硬化体の製造方法。

【請求項 6】

前記モルタル組成物は、細骨材と、混和剤とを更に含む、請求項 5 に記載の高強度モルタル硬化体の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、高強度モルタル硬化体及びその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

近年、構造体の軽量化、鉄筋使用量の削減などの要求に伴って、高強度モルタル組成物が普及している。この様な高強度モルタル組成物をモルタル硬化体からなる構造物や製品に適用した場合、供用時の乾燥によって、高強度モルタル硬化体の極表面に肉眼では確認できないほど細いヘアクラックが生じることがある。

【0003】

図 1 はモルタル硬化体の表面に形成されたヘアクラックの電子顕微鏡写真である（比較例 1）。このヘアクラックのひび割れ幅は 1 μm 程度である。ヘアクラックはモルタル硬化体の極表面に発生しているに過ぎないため、モルタル構造物の耐久性状や構造性能に影響を及ぼすことはない。また、モルタル硬化体の表面が乾燥している場合にはヘアクラックを視認することが困難である。しかし、モルタル硬化体の表面に水が接触するような条件にある場合、ひび割れが濡れ色の濃淡として表面に現れてくることがあり、これが美観性を低下させたり、クレームの要因となることがある。他方、コンクリート構造物やモルタル構造物の表面の改質や美観性向上のために、樹脂型枠や透水型枠を使用することがある（特許文献 1 参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特許第 4 1 6 7 3 7 9 号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

モルタル硬化体に発生するひび割れを抑制するには、モルタルの収縮を抑えるために、膨張材を用いたり、収縮低減剤を用いたりする方法が取られることが一般的である。しかし、材料コストが大きく増大し、モルタル硬化体の極表面に発生するひび割れへの対策としては、不合理かつ不十分な場合がある。また、モルタル構造物の美観性向上のために、その表面に塗装を施す場合もあるが、同様にコスト増となると考えられる。他方、特許文献 1 に記載の手法を採用しても、ヘアクラックのようなマイクロクラックの発生を十分に抑制することができなかった。

10

【0006】

本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、十分に簡単な手順で製造することができ且つ表面に発生するヘアクラックが視認されにくい高強度モルタル硬化体及びその製造方法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】

【0007】

上記課題を解決すべく、本発明者らが鋭意研究した結果、比較的高密度のモルタル硬化体の表面に特定の凹凸模様を施した場合、その表面に発生したヘアクラックが視認されにくいことを見出し、以下の本発明を完成させるに至った。

20

【0008】

すなわち、本発明に係る高強度モルタル硬化体は、平均粗さ $0.02 \sim 1 \text{ mm}$ 及び平均間隔 $0.05 \sim 50 \text{ mm}$ の凹凸模様を表面に有し、密度が $2300 \sim 2600 \text{ kg/m}^3$ である。このモルタル硬化体は密度が $2300 \sim 2600 \text{ kg/m}^3$ であり強度が十分に高い。また、表面に特定の凹凸模様が施されていることで、その表面に発生したヘアクラックが視認されにくい。特に、この高強度モルタル硬化体の表面が水に濡れても、マイクロクラックが濡れ色の濃淡として現れることを十分に抑制できる。

【0009】

本発明に係る高強度モルタル硬化体の製造方法は、凹凸模様が内面に施された型枠にモルタル組成物を流し込む工程と、型枠内においてモルタル組成物を硬化させる工程と、型枠を取り外すことによって、平均粗さ $0.02 \sim 1 \text{ mm}$ 及び平均間隔 $0.05 \sim 50 \text{ mm}$ の凹凸模様が表面に転写された高強度モルタル硬化体を得る工程とを含み、高強度モルタル硬化体の密度が $2300 \sim 2600 \text{ kg/m}^3$ である。

30

【0010】

上記製造方法によれば、特定の凹凸模様が表面に施された高強度モルタル硬化体を十分に簡単な手順で製造することができる。

【0011】

上記密度の高強度モルタル硬化体を得るには、特定の配合のモルタル組成物を使用することが好ましい。すなわち、高強度モルタル硬化体は、水と、セメントと、シリカヒュームとを含むモルタル組成物を硬化させたものであり、モルタル組成物に含まれる水の量は、セメントとシリカヒュームの含量 100 質量部に対して 20 質量部以下であることが好ましい。このモルタル組成物は、細骨材と混和剤とを更に含んでもよい。

40

【発明の効果】

【0012】

本発明によれば、十分に簡単な手順で製造することができ且つ表面に発生するヘアクラックが視認されにくい高強度モルタル硬化体及びその製造方法が提供される。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図 1】比較例 1 のモルタル硬化体の表面に形成されたヘアクラックの電子顕微鏡写真である。

50

【図 2】実施例 1 のモルタル硬化体の表面を撮影した写真である。

【図 3】実施例 2 のモルタル硬化体の表面を撮影した写真である。

【図 4】実施例 1 のモルタル硬化体の表面に施された凹凸模様のプロファイルを示すグラフである。

【図 5】実施例 2 のモルタル硬化体の表面に施された凹凸模様のプロファイルを示すグラフである。

【図 6】比較例 1 のモルタル硬化体の表面を撮影した写真である。

【図 7】比較例 1 のモルタル硬化体の表面の電子顕微鏡写真である。

【図 8】(a) 及び (b) は実施例 1 のモルタル硬化体の表面の電子顕微鏡写真である。

【図 9】実施例 3 のモルタル硬化体の表面を撮影した写真である。

10

【図 10】比較例 6 のモルタル硬化体の表面を撮影した写真である。

【図 11】比較例 7 のモルタル硬化体の表面を撮影した写真である。

【図 12】マイクロピッカース試験における試験力と深さの関係を示すグラフである。

【図 13】(a) 実施例 1 に係るモルタル硬化体の断面の電子顕微鏡写真であり、(b) は比較例 1 に係るモルタル硬化体の断面の電子顕微鏡写真である。

【発明を実施するための形態】

【0014】

<モルタル硬化体>

本実施形態に係るモルタル硬化体は、平均粗さ $0.02 \sim 1 \text{ mm}$ 及び平均間隔 $0.05 \sim 50 \text{ mm}$ の凹凸模様を表面に有し、密度が $2300 \sim 2600 \text{ kg/m}^3$ である。このモルタル硬化体は、表面に特定の凹凸模様が施されていることで、表面が水に濡れてもマイクロクラックが濡れ色の濃淡として現れることを十分に抑制できる。このモルタル硬化体の用途としては、建築用外壁、高欄、化粧部材、人道橋、橋梁、ベンチ、埋設型枠などのコンクリート二次製品などが挙げられる。

20

【0015】

凹凸模様の平均粗さは、 $0.02 \sim 1 \text{ mm}$ であり、好ましくは $0.02 \sim 0.9 \text{ mm}$ であり、より好ましくは $0.03 \sim 0.7 \text{ mm}$ であり、更に好ましくは $0.04 \sim 0.5 \text{ mm}$ である。凹凸模様の平均粗さが 0.02 mm 未満であると、マイクロクラックが濡れ色の濃淡として視認されやすくなる傾向にある。これは、密度が高いモルタル硬化体の場合、ひび割れ周辺の水が先に蒸発しやすく、ひび割れ内に水が残存することで、ひび割れが目立つためと推察される。他方、平均粗さが平均的に 1 mm を超える凹凸模様をモルタル硬化体の表面に形成することは困難であるとともに、モルタル硬化体に作用する外力や、環境作用などによって凹凸模様が損傷しやすくなる。

30

【0016】

凹凸模様の平均間隔（ピッチ）は、 $0.05 \sim 5.0 \text{ mm}$ であり、好ましくは $0.07 \sim 4.0 \text{ mm}$ であり、より好ましくは $0.09 \sim 3.5 \text{ mm}$ であり、更に好ましくは $0.12 \sim 3.0 \text{ mm}$ である。平均間隔が 0.05 mm 未満の凹凸模様をモルタル硬化体の表面に形成することは困難である。具体的には、平均間隔 0.05 mm 未満の凹凸模様を施した型枠を使用し、その凹凸模様をモルタル硬化体に転写しようとしても、モルタル硬化体の表面に形成された凹凸模様は脱型時に欠損しやすい。凹凸模様の平均間隔が 5.0 mm を超えると、マイクロクラックが濡れ色の濃淡として視認されやすくなる傾向にある。

40

【0017】

モルタル硬化体の密度は、 $2300 \sim 2600 \text{ kg/m}^3$ であり、好ましくは $2320 \sim 2580 \text{ kg/m}^3$ であり、より好ましくは $2340 \sim 2580 \text{ kg/m}^3$ であり、更に好ましくは $2360 \sim 2560 \text{ kg/m}^3$ である。モルタル硬化体の密度 2300 kg/m^3 未満であると、マイクロクラックが濡れ色の濃淡として視認されやすくなる傾向にある。他方、密度が 2600 kg/m^3 を超えるモルタル硬化体は製造が困難である。

【0018】

モルタル硬化体の圧縮強度は、例えば耐震性及びコストの観点から、好ましくは $80 \sim 200 \text{ N/mm}^2$ であり、より好ましくは $100 \sim 200 \text{ N/mm}^2$ であり、更に好まし

50

くは $150 \sim 200 \text{ N/mm}^2$ である。なお、ここでいう「圧縮強度」はJIS A 1132-2014「コンクリートの強度試験用供試体の作り方」に準じて直径 $5 \text{ cm} \times$ 高さ 10 cm の円柱供試体を作製し、JIS A 1108-2006「コンクリートの圧縮強度試験方法」に準じて材齢28日に測定された値を意味する。

【0019】

モルタル硬化体の製造に使用するモルタル組成物の一例として、水と、セメントと、シリカヒュームとを少なくとも含むペースト組成物に細骨材等を添加して製造されるモルタル組成物が挙げられる。

【0020】

上記セメントの鉱物組成は、 C_3S 量が好ましくは $40.0 \sim 75.0$ 質量%であり、 C_3A 量が好ましくは 2.7 質量%未満である。セメントの C_3S 量は、より好ましくは $45.0 \sim 73.0$ 質量%、更に好ましくは $48.0 \sim 70.0$ 質量%であり、特に好ましくは $50.0 \sim 68.0$ 質量%である。 C_3A 量はより好ましくは 2.3 質量%未満であり、更に好ましくは 2.1 質量%未満であり、特に好ましくは 1.9 質量%未満である。 C_3S 量が 40.0 質量%未満では圧縮強度が低くなる傾向があり、 75.0 質量%を超えるとセメントの焼成自体が困難となる傾向がある。また、 C_3A 量が 2.7 質量%以上では流動性が不十分となりやすい。なお、 C_3A 量の下限值は特に限定されないが、 0.1 質量%程度である。

【0021】

セメントの C_2S 量は好ましくは $9.5 \sim 40.0$ 質量%であり、より好ましくは $10.0 \sim 35.0$ 質量%であり、更に好ましくは $12.0 \sim 30.0$ 質量%である。 C_4AF 量は好ましくは $9.0 \sim 18.0$ 質量%、より好ましくは $10.0 \sim 15.0$ 質量%であり、更に好ましくは $11.0 \sim 15.0$ 質量%である。このようなセメントの鉱物組成の範囲であれば、モルタル組成物の高い流動性及びその硬化物の高い圧縮強度を確保しやすくなる。

【0022】

セメントの粒度は、 $45 \mu\text{m}$ ふるい残分が、上限で 25.0 質量%であり、好ましくは 20.0 質量%であり、より好ましくは 18.0 質量%であり、更に好ましくは 15.0 質量%である。 $45 \mu\text{m}$ ふるい残分の下限は 0.0 質量%であり、好ましくは 1.0 質量%であり、より好ましくは 2.0 質量%であり、更に好ましくは 3.0 質量%である。セメントの粒度がこの範囲であれば、高い圧縮強度を確保できる。

【0023】

セメントのブレン比表面積は、好ましくは $2500 \sim 4800 \text{ cm}^2/\text{g}$ 、より好ましくは $2800 \sim 4000 \text{ cm}^2/\text{g}$ 、更に好ましくは $3000 \sim 3600 \text{ cm}^2/\text{g}$ であり、特に好ましくは $3200 \sim 3500 \text{ cm}^2/\text{g}$ である。セメントのブレン比表面積が $2500 \text{ cm}^2/\text{g}$ 未満ではモルタル組成物の強度が低くなる傾向があり、 $4800 \text{ cm}^2/\text{g}$ を超えると低水セメント比での流動性が低下する傾向にある。

【0024】

上記セメントの製造にあたっては、通常のセメントと特に異なる操作を行う必要はない。上記セメントは、石灰石、珪石、スラグ、石炭灰、建設発生土、高炉ダスト等の原料の調合を目標とする鉱物組成に応じて変え、実機キルンで焼成した後、得られたクリンカーに石膏を加えて所定の粒度に粉碎することによって製造することができる。焼成するキルンには、一般的なNSPキルンやSPキルン等を使用することができ、粉碎には一般的なボールミル等の粉碎機が使用可能である。また、必要に応じて、2種以上のセメントを混合することもできる。

【0025】

上記シリカヒュームは、金属シリコン、フェロシリコン、電融ジルコニア等を製造する際に発生する排ガス中のダストを集塵して得られる副産物であり、主成分は、アルカリ溶液中で溶解する非晶質の SiO_2 である。シリカヒュームの平均粒子径は、好ましくは $0.05 \sim 2.0 \mu\text{m}$ 、より好ましくは $0.10 \sim 1.5 \mu\text{m}$ 、更に好ましくは $0.18 \sim$

10

20

30

40

50

0.28 μm 、特に好ましくは0.20～0.28 μm である。このようなシリカヒュームを用いることで、モルタル組成物の高い流動性及びその硬化物の高い圧縮強度を確保しやすくなる。

【0026】

上記モルタル組成物において、セメント及びシリカヒュームの合質量を基準として、シリカヒュームを、好ましくは3～30質量%、より好ましくは5～20質量%、更に好ましくは10～18質量%、特に好ましくは10～15質量%含む。上記モルタル組成物は細骨材を更に含んでもよく、この場合、セメントとシリカヒュームと細骨材の合計量を基準として、シリカヒュームを、好ましくは3～30質量%、より好ましくは5～20質量%、更に好ましくは10～18質量%含む。

10

【0027】

水の添加量は、セメントとシリカヒュームの含量100質量部に対し、好ましくは20質量部以下、より好ましくは12～20質量部、更に好ましくは13～18質量部である。モルタル組成物の単位水量は、好ましくは180～280 kg/m^3 、より好ましくは200～270 kg/m^3 、更に好ましくは210～260 kg/m^3 である。

【0028】

上記モルタル組成物は、混和剤として減水剤を含んでもよい。減水剤としては、リグニン系、ナフタレンスルホン酸系、アミノスルホン酸系、ポリカルボン酸系の減水剤、高性能減水剤、高性能AE減水剤等を使用することができる。低水セメント比での流動性確保の観点から、減水剤として、ポリカルボン酸系の減水剤、高性能減水剤又は高性能AE減水剤を用いることが好ましく、ポリカルボン酸系の高性能減水剤を用いることがより好ましい。上記モルタル組成物は、セメントとシリカヒュームの含量100質量部に対して、減水剤を好ましくは0.5～6.0質量部、より好ましくは0.5～4.0質量部、更に好ましくは0.5～3.0質量部、特に好ましくは0.6～3.0質量部含む。

20

【0029】

上記モルタル組成物は、消泡剤を含んでもよい。消泡剤としては、特殊非イオン配合型界面活性剤、ポリアルキレン誘導体、疎水性シリカ、ポリエーテル系等が挙げられる。この場合、セメントとシリカヒュームの含量100質量部に対して、消泡剤を好ましくは0.01～2.0質量部、より好ましくは0.02～1.5質量部、更に好ましくは0.03～1.0質量部含む。

30

【0030】

上述のとおり、上記モルタル組成物は、細骨材を含んでもよい。細骨材としては、特に制限されないが、川砂、陸砂、海砂、砕砂、珪砂、石灰石細骨材、高炉スラグ細骨材、フェロニッケルスラグ細骨材、銅スラグ細骨材、電気炉酸化スラグ細骨材等を使用することができる。細骨材は、粒径0.15 mm以下の粒群を好ましくは15～85質量%、より好ましくは20～70質量%、更に好ましくは25～45質量%含む。また、上記細骨材は、粒径0.075 mm以下の粒群を好ましくは3～20質量%、より好ましくは5～15質量%含む。

【0031】

細骨材に含まれる粒径0.15 mm以下の粒群が15質量%未満では、モルタル組成物の粘性が不十分で材料分離となる恐れがある。細骨材に含まれる粒径0.15 mm以下の粒群が85質量%を超えると、微粒子が多すぎて粘性が高くなり、所定の流動性を出すためには水セメント比を増やす必要があるため強度低下に繋がる恐れがある。なお、微粒子の調製方法は、特に限定されないが、例えば、2種類以上の粒度の異なる細骨材を混ぜ合わせることによって調製可能である。

40

【0032】

モルタル組成物中の細骨材量は、好ましくは400～1000 kg/m^3 、より好ましくは430～850 kg/m^3 、更に好ましくは500～750 kg/m^3 である。

【0033】

モルタル組成物は無機質微粉末を更に含んでもよい。無機質微粉末としては、石灰石粉

50

、珪石粉、碎石粉、スラグ粉等の微粉末を使用することができる。無機質微粉末は、石灰石粉、珪石粉、碎石粉、スラグ粉等をブレン比表面積が $2500\text{ cm}^2/\text{g}$ 以上となるまで粉碎又は分級した微粉末であり、モルタル組成物の流動性を改善することが期待される。無機質微粉末のブレン比表面積は $3000\sim5000\text{ cm}^2/\text{g}$ であることが好ましく、 $3200\sim4500\text{ cm}^2/\text{g}$ であることがより好ましく、 $3400\sim4300\text{ cm}^2/\text{g}$ であることが更に好ましく、 $3600\sim4300\text{ cm}^2/\text{g}$ であることが特に好ましい。

【0034】

細骨材と無機質微粉末の混合物は、粒径 0.15 mm 以下の粒群を好ましくは $40\sim80$ 質量%、より好ましくは $45\sim80$ 質量%含み、更に好ましくは $50\sim75$ 質量%含む。また、上記混合物は、粒径 0.075 mm 以下の粒群を好ましくは $30\sim80$ 質量%、より好ましくは $35\sim70$ 質量%含み、更に好ましくは $40\sim65$ 質量%含む。無機質微粉末に含まれる粒径 0.075 mm 以下の粒群が 30 質量%未満であるとモルタル組成物の粘性が不十分で材料分離となる恐れがある。

10

【0035】

細骨材と無機質微粉末の混合物は、セメント及びシリカヒュームの合計量 100 質量部に対して、細骨材を $10\sim60$ 質量部、無機質微粉末を $10\sim60$ 質量部含むことが好ましく、細骨材を $15\sim30$ 質量部、無機質微粉末を $15\sim30$ 質量部含むことがより好ましく、細骨材を $20\sim30$ 質量部、無機質微粉末を $20\sim30$ 質量部含むことが更に好ましい。また、モルタル組成物 1 m^3 当たりの細骨材及び無機質微粉末の混合物の単位量は、好ましくは $140\sim980\text{ kg}/\text{m}^3$ 、より好ましくは $300\sim900\text{ kg}/\text{m}^3$ 、更に好ましくは $600\sim900\text{ kg}/\text{m}^3$ である。

20

【0036】

モルタル組成物は、必要に応じて、膨張材、収縮低減剤、凝結促進剤、凝結遅延剤、増粘剤、鋼繊維、有機繊維、ガラス繊維、再乳化形樹脂粉末、ポリマーエマルジョン等を一種以上含有してもよい。

【0037】

上記モルタル組成物の製造方法は、特に限定されないが、水及び減水剤以外の材料の一部又は全部を予め混合しておき、次に、水、減水剤を添加してミキサに入れて練り混ぜることによって製造することが好ましい。モルタル組成物の練混ぜに使用するミキサは特に限定されず、モルタル用ミキサ、二軸強制練りミキサ、パン型ミキサ、グラウトミキサ等を使用することができる。

30

【0038】

上記モルタル硬化体は、上述のようにして調製したモルタル組成物から製造することができる。すなわち、モルタル硬化体の製造方法は、凹凸模様が内面に施された型枠にモルタル組成物を流し込む工程と、型枠内においてモルタル組成物を硬化させる工程と、型枠を取り外すことによって、平均粗さ $0.02\sim1\text{ mm}$ 及び平均間隔 $0.05\sim50\text{ mm}$ の凹凸模様が表面に転写された高強度モルタル硬化体を得る工程とを含む。

【0039】

型枠の内面に凹凸模様を施すには、例えば、型枠の内面に織布や凹凸パターンを有するシートを貼り付ければよい。凹凸模様は型枠の内面の全面に施してもよいし、必要に応じた一部のみに施してもよい。

40

【実施例】

【0040】

以下、本発明について実施例及び比較例によって更に詳細に説明するが、本発明は以下の実施例に限定されるものではない。

【0041】

<モルタル組成物の材料>

モルタル組成物を調製するための材料として、以下のものを準備した。

【0042】

50

(セメント)

石灰石、珪石、スラグ、石炭灰、建設発生土、銅ガラミ等の原料を調合した。調合した原料をキルンで焼成した後、石膏を加えて粉砕することにより、ポルトランドセメントを調製した。得られたセメントの化学成分を、J I S R 5202-2010「セメントの化学分析方法」に従って測定し、鉱物組成を下記のボーグ式により算出した。

【0043】

$$C_3S \text{ 量} = (4.07 \times CaO) - (7.60 \times SiO_2) - (6.72 \times Al_2O_3) - (1.43 \times Fe_2O_3) - (2.85 \times SO_3)$$

$$C_2S \text{ 量} = (2.87 \times SiO_2) - (0.754 \times C_3S)$$

$$C_3A \text{ 量} = (2.65 \times Al_2O_3) - (1.69 \times Fe_2O_3)$$

$$C_4AF \text{ 量} = 3.04 \times Fe_2O_3$$

【0044】

得られたセメントのブレン比表面積をJ I S R 5201-1997「セメントの物理試験方法」に準じて測定した。また、得られたセメントの45μmふるい残分をセメント協会標準試験方法 J C A S K-02「45μm網ふるいによるセメントの粉末度試験方法」に準じて測定した。

【0045】

上述したセメントの鉱物組成、ブレン比表面積、及び45μmふるい残分の測定結果を、下記の表1に示す。

【0046】

【表1】

セメント No.	鉱物組成(質量%)				ブレン比表面積 (cm ² /g)	45μm残分 (質量%)
	C ₃ S	C ₂ S	C ₃ A	C ₄ AF		
1	62.7	16.6	0.6	14.0	3300	4.3

【0047】

(シリカヒューム)

シリカヒュームの平均粒子径は、レーザー回折／散乱式粒子径分布測定装置（堀場製作所製、商品名「LA-950V2」）を用いて測定した粒子径分布より、粒子径一通過分積算%曲線を算出し、粒子径一通過分積算%曲線より通過分積算が50体積%となる粒子径を求めた。その結果、シリカヒュームの平均粒子径は、0.24μmであった。シリカヒュームの平均粒子径の測定には、試料分散媒として0.2%ヘキサメタリン酸ナトリウム水溶液を用いた。測定前に、出力600Wのホモジナイザーにて10分間の分散処理を行った。粒度分布の演算は、M i e 散乱理論に従った。粒子屈折率は1.45-0.00i、溶媒屈折率は1.333とした。各粒度の通過分積算（体積%）を、下記の表2に示す。

【0048】

【表2】

粒子径(μm)	1.98	1.01	0.51	0.30	0.26	0.24	0.15	0.10	0.05
通過分積算 (体積%)	100	99.3	96.4	72.3	60.3	50.0	17.6	4.4	0

【0049】

(無機質微粉末)

無機質微粉末として、密度2.71g/cm³、ブレン比表面積3850cm²/gの石灰石微粉末を用いた。

(細骨材)

細骨材として、粒径 5 mm 以下、表乾密度 2.62 g/cm^3 、粗粒率 2.80 の砕砂を用いた。

(混和剤及び水)

混和剤として、ポリカルボン酸系高性能減水剤を用いた。水は、上水道水を用いた。

(収縮低減剤及び膨張材)

収縮低減剤として、グリコールエーテル系収縮低減剤を用いた。膨張材として、エトリンガイト・石灰複合系膨張材を用いた。

【0050】

＜モルタル組成物の調製＞

表 3 に示す量の水、セメント、シリカヒューム及び細骨材、更に、必要に応じて膨張材及び収縮低減剤を強制二軸ミキサで練混ぜてモルタル組成物を調製した。

【0051】

【表 3】

配合 No.		水	セメント	シリカ ヒューム	細骨材及び 無機質微粉末 の合計量	混和剤	膨張材	収縮 低減剤
		質量部 (※1)	質量部	質量部	質量部 (※1)	質量部 (※1, ※2)	質量部 (※1)	質量部 (※1, ※3)
1	比較例 1	15.5	100	14	45	1.4	—	—
	比較例 2							
2	比較例 3	15.5	100	14	45	1.4	—	0.34
3	比較例 4	15.5	100	14	45	1.4	—	0.67
4	比較例 5	15.5	100	14	45	1.4	1.35	1.35
5	比較例 6	25.0	100	14	78	0.8	—	—
	比較例 7							
7	実施例 1	15.5	100	14	45	1.4	—	—
	実施例 2							
	実施例 3							

なお、表 3 において、水、細骨材及び無機質微粉末、混和剤、膨張材及び収縮低減剤のそれぞれの量は、セメントとシリカヒュームとの含量 100 質量部に対する質量部を示す(※1)。混和剤に含まれる水分は水の質量部に含めた(※2)。収縮低減剤は、水の一部とした(※3)。

【0052】

＜モルタル硬化体からなるパネルの製造＞

鋼製の型枠にモルタル組成物を流し込むことにより、厚さ 20 mm のパネルを作製した。次に示すように、型枠の表面の状態を工夫し、パネルの表面に所定の凹凸模様が形成されるようにした。

【0053】

(表面処理 A)

型枠表面に純綿製のメリヤス地の布を貼り付け、そのままモルタル組成物を流し込み硬化させ、凹凸模様を付与した。

(表面処理 B)

型枠表面に樹脂シートを貼付けし、そのままモルタル組成物を流し込み硬化させ、凹凸模様を付与した。

(表面処理 C)

型枠表面に、フッ素樹脂シート(ポリテトラフルオロエチレン製シート)貼付けし、そのまま高強度モルタルを流し込み硬化させた。

(表面処理 D)

型枠表面に、ポリエステル及びポリプロピレンからなる織布と不織布の二層構造の透水

性型枠用シート（前田工織株式会社製、商品名：アパノン）を、不織布が型枠表面に接するように（織布の形状がモルタル硬化体に転写されるように）貼り付け、そのままモルタル組成物を流し込み硬化させた。

【0054】

（模擬パネルの養生）

型枠に高強度モルタルを流し込んだ後、30℃の環境で15時間保管した。その後、最高温度60℃で3時間の蒸気養生を施した。なお、昇温時及び降温時は20℃/hとなるようにした。

【0055】

<ひび割れ試験>

上記の方法で作製したパネルを日射及び降雨のある屋外に暴露した。暴露から8週間後及び26週間後に、パネルの表面に水分を噴霧し、ひび割れを起因とする濡れ色の濃淡の程度を目視により評価した。表4に結果を示す。なお、表4には実施例及び比較例に係るパネルを構成するモルタル硬化体の密度も併せて示した。実施例1～3及び比較例1～5に係るパネル（モルタル硬化体）の強度は、暴露開始時点において190N/mm²であった。比較例6，7に係るパネル（モルタル硬化体）の強度は、暴露開始時点において139N/mm²であった。

【0056】

【表4】

	表面処理	濡れ色の濃淡		モルタル硬化体の密度 (kg/m ³)
		8 週 後	26 週 後	
実施例 1	A	なし	なし	2393
実施例 2	B	なし	なし	2393
実施例 3	D	なし	なし	2393
比較例 1	—	顕著にあり	顕著にあり	2393
比較例 2	C	顕著にあり	顕著にあり	2393
比較例 3	—	あり	あり	2401
比較例 4	—	あり	あり	2408
比較例 5	—	あり	あり	2379
比較例 6	—	あり	あり	2290
比較例 7	D	あり	あり	2290

【0057】

実施例1～3のパネルは、ひび割れを起因する濡れ色の濃淡が認められなかった。比較例1，3～6のように表面処理を施さない場合、並びに、比較例2のように表面が平坦なフッ素樹脂シートを用いた場合には、濡れ色の濃淡が顕著だった。比較例7のように、実施例3と同様に表面処理Dを施しても、モルタル硬化体の密度が2300kg/m³未満であると、濡れ色の濃淡が認められた。これは、比較例7のパネルの製造に使用したモルタル組成物に含まれる水の量がセメントとシリカヒュームの含量100質量部に対して25質量部であり、実施例1～3と比較して多かったことに起因すると考えられる。

【0058】

図1は、比較例1のパネルの表面に形成されたヘアクラックのSEM画像である。図2は、実施例1のパネル（表面処理A）の表面を撮影した写真である。図3は、実施例2のパネル（表面処理B）の表面を撮影した写真である。図4は、実施例1のパネル（表面処

理 A) の表面の形状をレーザー顕微鏡で測定した結果を示すグラフである。図 5 は、実施例 2 のパネル (表面処理 B) の表面の形状をレーザー顕微鏡で測定した結果を示すグラフである。図 4 のグラフから、表面処理 A による凹凸模様は平均粗さが 0.052 mm であり、平均間隔が 0.144 mm であると求めることができる。図 5 のグラフから、表面処理 B による凹凸模様は平均粗さが 0.212 mm であり、平均間隔が 2.570 mm であると求めることができる。ここで用いた、平均粗さとは、グラフ中の凹凸形状の山と谷の総面積が等しくなるような平均線を引き (図 4, 5 の一点鎖線参照)、JIS B0601:2013 に準じ、算術平均粗さを算出したものである。また、平均間隔とは、両隣の山と谷の中心位置の間隔の平均である。

【0059】

10

図 6 は比較例 1 のパネルの表面を撮影した写真である。このパネルの表面にはひび割れが認められる。ひび割れは、水で表面を軽く湿らせた後、蒸発する際に浮き上がってみることができる。収縮低減剤及び／又は膨張材を用いた場合でも、ひび割れに起因する濡れ色の濃淡が認められた (比較例 3 ~ 5)。

【0060】

図 7 は比較例 1 のパネル表面の電子顕微鏡写真である。写真中央付近にひび割れが認められる。図 8 は実施例 1 のパネル表面の電子顕微鏡写真である。実施例 1 のパネルは、比較例 1 のパネルと比べると、表面結晶が大きく粗い状態であることがわかった。また、実施例 1 のパネルの表面に認められるひび割れはわずかであった。

【0061】

20

図 9 は、実施例 3 のパネル表面を撮影した写真である。上述のとおり、実施例 3 のパネルにも、ひび割れを起因する濡れ色の濃淡が認められなかった。図 10 及び図 11 は、比較例 6 及び比較例 7 のモルタル硬化体の表面をそれぞれ撮影した写真である。比較例 6, 7 のパネルは、実施例で調製したモルタル組成物よりも水結合材比が大きいモルタル組成物から製造したものである。比較例 7 のように水結合材比が大きいモルタル組成物を使用した場合、表面処理 D を施しても、ひび割れに起因する濡れ色の濃淡が認められた。

【0062】

図 12 は、マイクロビッカース試験における試験力と深さの関係を示すグラフである。比較例 1 及び実施例 1 のパネルの表面を対象としてマイクロビッカース試験を実施した。この試験には株式会社アカシ製の HM-115 を使用し、試験条件は載荷速度を $10\text{ }\mu\text{m/s}$ とした。図 12 に示すとおり、実施例 1 の場合、表面処理をしない場合に比べて、同一試験力における深さが大きく、表面の硬度が小さいことがわかった。この試験結果から、試験力 0.05 N における深さは好ましくは $8\sim15\text{ }\mu\text{m}$ であり、より好ましくは $10\sim13\text{ }\mu\text{m}$ であり、更に好ましくは $11\sim13\text{ }\mu\text{m}$ である。この深さが $8\text{ }\mu\text{m}$ 未満であると表面が緻密であり、ひび割れを起因とする濡れ色の濃淡が目立つ傾向にあり、他方、 $15\text{ }\mu\text{m}$ を超えると表面の硬度が不足し、傷や磨耗に対して強度が不足する傾向にある。

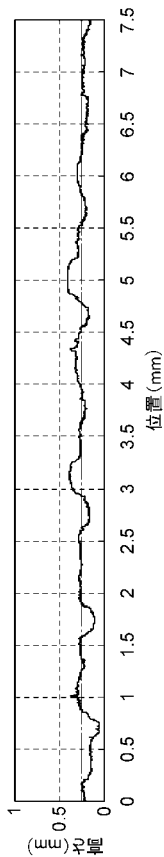
【0063】

30

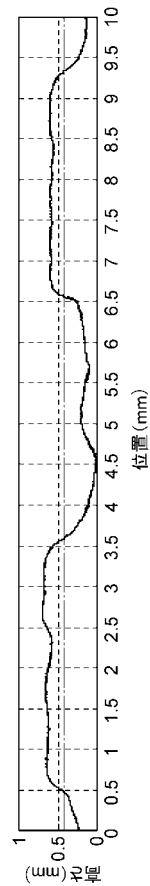
図 13 (a) 及び図 13 (b) は、実施例 1 及び比較例 1 のパネルの表面近傍の断面をそれぞれ示す電子顕微鏡写真である。実施例 1 については、表面に空隙が多く、比較例 1 にくらべて粗い組織になっている。実施例 1 の場合、表面処理を施すことによって、極表面の組織が疎な性状となり、その結果、水分の蒸発速度が抑えられ、ひび割れの視認を抑えられる効果が得られたと考えられる。

40

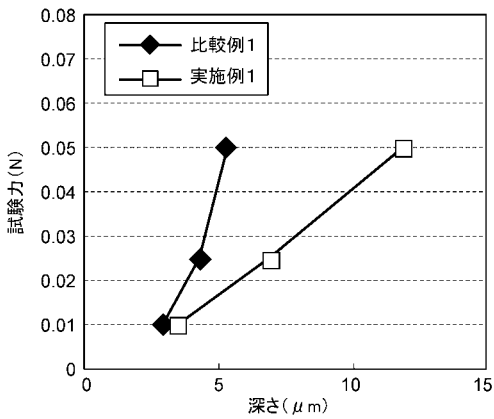
【図 4】



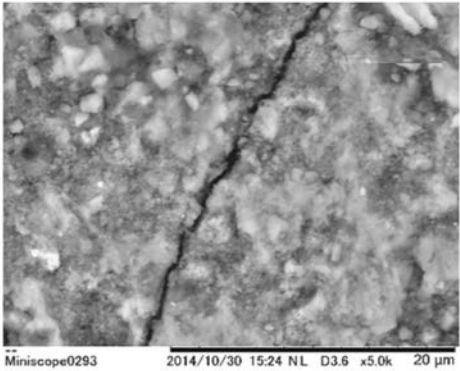
【図 5】



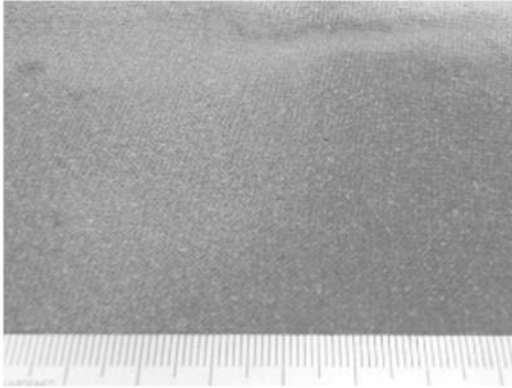
【図 1 2】



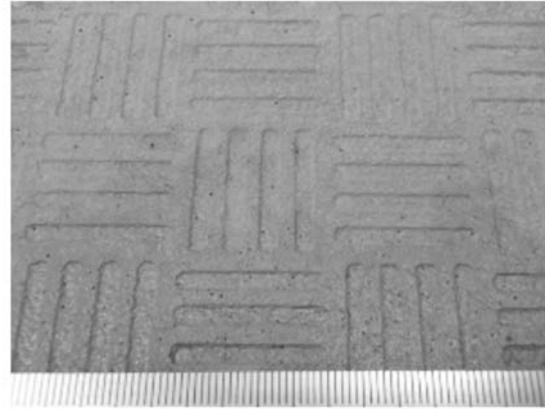
【図 1】



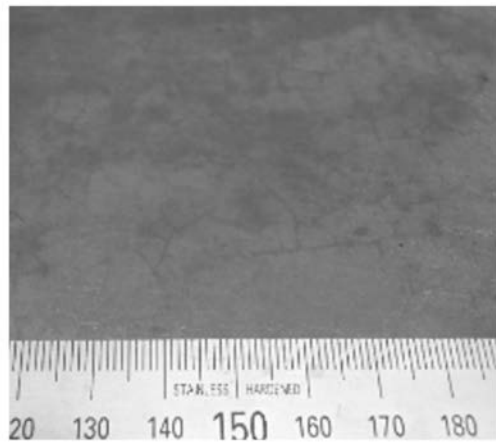
【図 2】



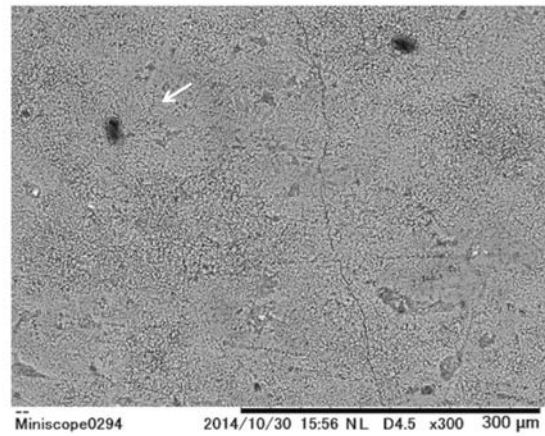
【図 3】



【図 6】



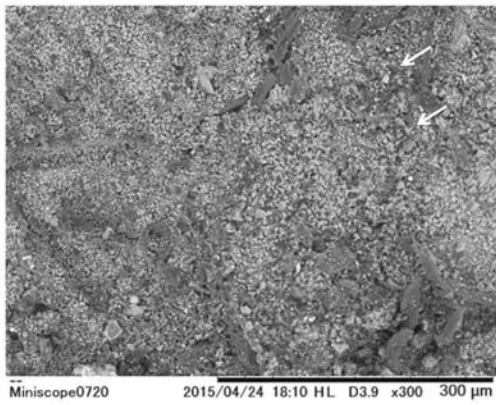
【図 7】



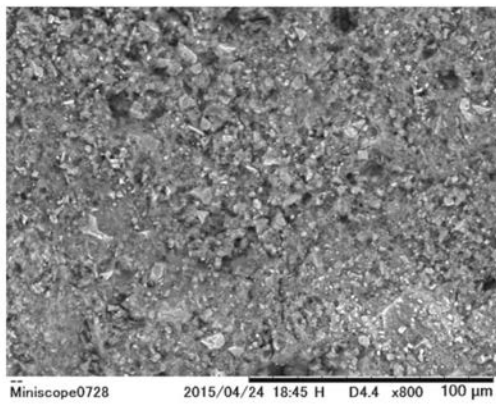
Miniscope0294 2014/10/30 15:56 NL D4.5 x300 300 μm

【図 8】

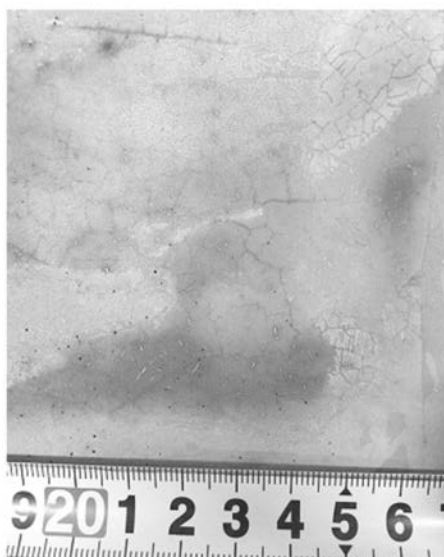
(a)



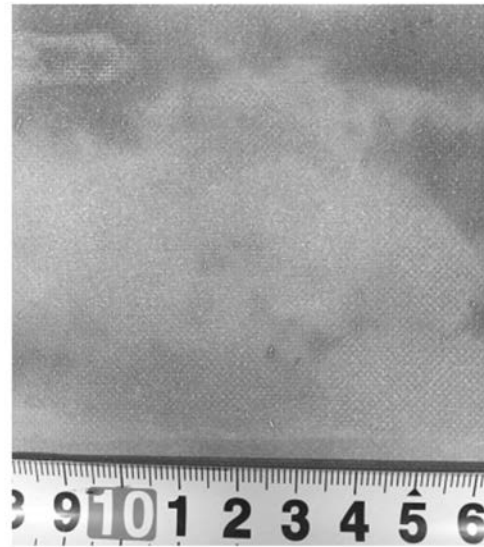
(b)



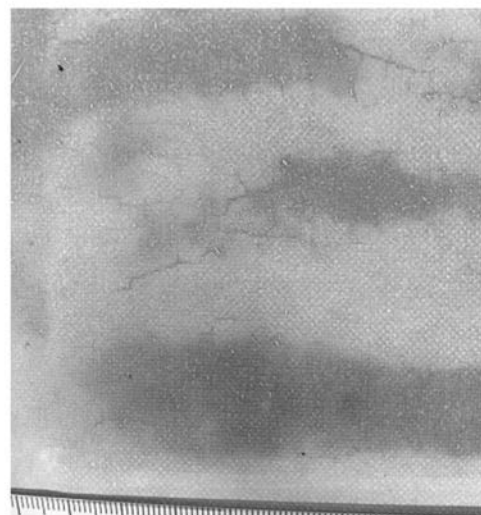
【図 10】



【図 9】

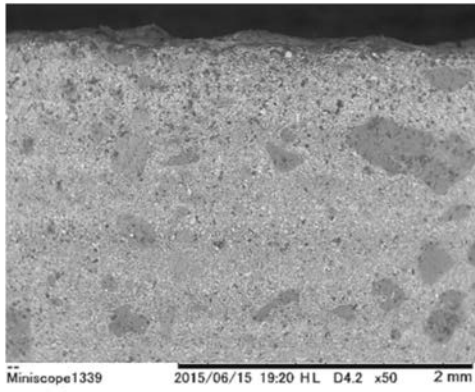


【図 11】

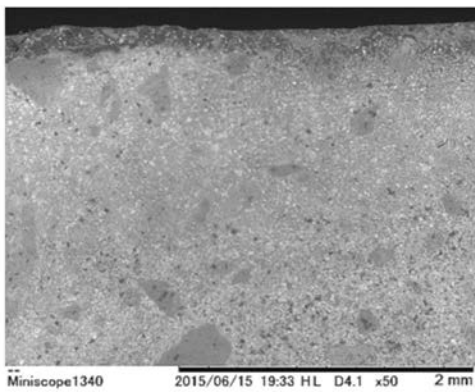


【図 13】

(a)



(b)



フロントページの続き

(72)発明者 佐藤 喜英

山口県宇部市大字小串 1 9 7 8 番地の 9 6 宇部興産株式会社内

Fターム(参考) 4G053 BB13 CA21 EA26

4G112 MD00 PA03 PA04 PC12 PE05