(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3707270号
(P3707270)
(45)発行日　平成17年10月19日(2005.10.19)　(24)登録日　平成17年8月12日(2005.8.12)

(51)Int.Cl.[7]　F I
E01C 5/00　E01C 5/00
C04B 38/00　C04B 38/00　304Z

請求項の数 6　(全 14 頁)

(21)出願番号　特願平10-310741
(22)出願日　平成10年10月30日(1998.10.30)
(65)公開番号　特開2000-136501(P2000-136501A)
(43)公開日　平成12年5月16日(2000.5.16)
審査請求日　平成13年3月14日(2001.3.14)

(73)特許権者　000003159
東レ株式会社
東京都中央区日本橋室町２丁目２番１号
(72)発明者　三宅　直史
滋賀県大津市大江１丁目１番１号　東レ株式会社瀬田工場内
(72)発明者　徳田　章博
滋賀県大津市大江１丁目１番１号　東レ株式会社瀬田工場内
(72)発明者　後藤　栄三
滋賀県大津市大江１丁目１番１号　東レ株式会社瀬田工場内

審査官　鹿戸　俊介

最終頁に続く

(54)【発明の名称】透水性セラミックブロックおよびその製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

下水汚泥溶融スラグおよびゴミ溶融スラグから選ばれる１種以上を７５重量％以上含み、かつ０．５ｍｍ以下の粒子を７～２５重量％含む骨材と、焼結バインダを含む混合物を成形した後、該成形体を８００～１２００℃の範囲の温度で焼成する方法であって、前記下水汚泥溶融スラグまたはゴミ溶融スラグが４．７５ｍｍ以下の粒子を８０重量％以上含み、かつ、ガラス質を主体としており、該成形体を焼成する工程において結晶化を進行させ、Ｘ線回折により、ＣａＯとＳｉＯ$_2$　、あるいはＣａＯとＡｌ$_2$Ｏ$_3$　とＳｉＯ$_2$を含む複酸化物の結晶構造を示す明確な回折ピークが得られ、ＣａＯとＳｉＯ$_2$あるいはＣａＯとＡｌ$_2$Ｏ$_3$　とＳｉＯ$_2$を含む複酸化物の結晶構造に起因する回折ピークから計算された結晶性成分の含有量が５０～１００重量％の範囲内にあるものを透水性セラミックブロックとして採用することを特徴とする透水性セラミックブロックの製造方法。

【請求項２】

前記回折ピークが、アノルサイト、β－ウォラストナイト、ゲーレナイトのうち少なくとも１種と同定される回折ピークからなることを特徴とする請求項１に記載の透水性セラミックブロックの製造方法。

【請求項３】

前記骨材の０．５ｍｍ以下の粒子が陶磁器質粒子である請求項１または２記載の透水性セラミックブロックの製造方法。

【請求項４】

前記焼結バインダが、長石、粘土、天然石、陶磁器、ガラス、下水汚泥溶融スラグ、下水汚泥焼却灰、ゴミ溶融スラグ、ゴミ焼却灰の粉末から選ばれた少なくとも１種類である請求項１～３のいずれかに記載の透水性セラミックブロックの製造方法。

【請求項５】

前記混合物中に、成形用糊剤として、カルボキシメチルセルロース（ＣＭＣ）、メチルセルロース、でんぷん、水ガラスおよびセメントから選ばれた少なくとも１種類を含む請求項１～４のいずれかに記載の透水性セラミックブロックの製造方法。

【請求項６】

前記成形する工程において、振動プレスを用いる請求項１～５のいずれかに記載の透水性セラミックブロックの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明は、たとえば、車道、歩道、などの道路構造物や、公園その他の広場、駐車場、各種建造物（ビルなど）の外構の舗装に適した透水性セラミックブロックおよびその製造方法に関する。

【０００２】

【従来の技術】

近年、雨水を地中に還元することによって下水道や都市河川に流入する雨水を低減し、下水処理場の負担を軽減したり、河川の氾濫を防止したりすることが重要な課題となっている。また、雨水を地中に還元することによって地下水の枯渇を防ぎ、地盤沈下を防止したり、都市部における植栽を促進したりすることも重要なことである。さらに、降雨時の跳ね返りが少なく、水たまりのできにくい、歩行感に優れた歩道も要求されている。透水性ブロックは、このような要求を満たすのに好適な材料として注目されている。

【０００３】

さて、そのような透水性ブロックとしては、たとえば、骨材をセメントで結合させ、ある程度の空隙を有するブロック、いわゆる透水性インターロッキングブロックがあり、各社より商品化されている。しかしながらセメントの結合力には限界があり、透水性を高める代わりに強度が低くなったり、逆に強度の低下を防ぐため、セメントバインダ量を増やしたり、骨材粒度を小さくしたりしているが、透水性が充分でない、あるいは透水性の経時劣化が激しいなどの問題がある。また、ブロック表面におけるＣａ の炭酸化による白華現象（はな垂れ現象）や、汚れの付着しやすさ、洗浄回復のしにくさなど各種の問題が指摘されている。

【０００４】

また原料として陶磁器質骨材を用いた透水性セラミックブロックがあるが、これらは原料枯渇問題が指摘されており、また発生量が景気動向に左右されたり、コストが高いなどの問題がある。

【０００５】

また、別の問題として、下水汚泥や都市ゴミは、溶融スラグ化して埋め立て処分以外の有効な用途が検討されているが、今のところ路盤材やコンクリート骨材などの用途が大半であり、下水処理場やゴミ処理場を持つ自治体などでは、下水汚泥溶融スラグやゴミ溶融スラグの有効な利用方法を見つけられないでいる。

【０００６】

【発明が解決しようとする課題】

この発明の目的は、従来の透水性インターロッキングブロックの上述した問題点を解決し、透水性や強度に優れているばかりか、保水性に優れ、特に歩道、公園その他の広場を舗装するのに好適な透水性セラミックブロックおよびその製造方法を提供するにある。

【０００７】

また、透水性セラミックブロックの原料を安価で安定的に供給することにある。

【０００８】

さらに、処分に困っている下水汚泥溶融スラグやゴミ溶融スラグを主骨材とすることで有効利用を図ることも目的のひとつである。

【０００９】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、この発明は、下水汚泥溶融スラグまたはゴミ溶融スラグのうちの少なくとも１種を主体とした骨材を焼結バインダで一体化した透水性セラミックブロックであって、Ｘ線回折により明確な回折ピークが得られ、ＣａＯとＳｉO_2あるいはＣａＯとＡｌ2O_3とＳｉO_2を含む複酸化物の結晶構造を有していることを特徴とする透水性セラミックブロックを提供する。

【００１０】

ここで、下水汚泥溶融スラグとしては、下水を汚水と汚泥に分離した後、汚泥を濃縮、脱水したケーキをさらに溶融し、回収後、冷却して得たものが一般的で、冷却方法により水砕スラグ、空冷スラグ、徐冷スラグなどがある。

【００１１】

ゴミ溶融スラグとしては、都市ゴミを焼却、溶融し、回収後、冷却して得たものが一般的で、冷却方法により水砕スラグ、空冷スラグ、徐冷スラグなどがある。

【００１２】

骨材として使用するには、天然原料に比べ、安価であり、大量に消費する土木建築材料用の用途としては最適である。

【００１３】

水砕スラグは、融液を水で急激に冷却し粒子も細かな砂状になる。その粒度分布は、透水性ブロックの骨材とするに好ましい粒度分布である。そのため、下水汚泥溶融スラグやゴミ溶融スラグとして水砕スラグを用いることが好ましい。これらの骨材が主体であれば、他の種類の骨材や焼結バインダーを加えることは構わない。

【００１４】

水砕スラグは通常は、融液からの急冷によって得られるため、結晶化度の極めて低いガラス質である。このままでは低強度、脆性材質のため、ブロックとしての構造的な強度の確保が困難である。しかし、本特許では、焼結バインダーと一体化させるプロセスにより水砕スラグを結晶化させるため、所定の強度の確保ができている。すなわち、そのブロックにおいて、Ｘ線回折により得られる回折ピークの、ＣａＯとＳｉO_2あるいはＣａＯとＡｌ$_2$Ｏ$_3$とＳｉO_2を含む複酸化物の結晶構造に起因する回折ピークから計算された結晶性成分の含有量が５０～１００重量％の範囲内にあることを特徴とする。

【００１５】

ここで、結晶性成分の含有量は、Ｃｕ－Ｋα線を用いたＸ線回折によって得られる回折角（２θ）が２０～５５°の範囲に存在する回折ピークのうち、ＣａＯとＳｉＯ2、あるいはＣａＯとＡｌ2Ｏ3とＳｉＯ2を含む複酸化物の結晶構造に起因する回折ピークから、以下のように求められる。

【００１６】

ＣａＯとＳｉＯ2、あるいはＣａＯとＡｌ2Ｏ3とＳｉＯ2を含む複酸化物の結晶成分の定量化は、いわゆる内部標準法によって行う。

【００１７】

まず、定量化したい結晶の純粋な粉末試料と、標準試料として純粋なアルミナ粉末［合成コランダム（α－Ａｌ２Ｏ３）］を準備する。この純粋な結晶粉末と純アルミナ粉末を１：１の重量比に混合し、Ｘ線回折を行い、両者の主回折ピークの強度比を調べ、標準データとする。

【００１８】

次いで、焼成後の下水汚泥溶融スラグあるいはゴミ溶融スラグを主原料とするブロックの粉砕物と純アルミナ粉末を１：１の重量比に混合し、Ｘ線回折を行い、上記と同じ両者のピークの強度を調べ、標準データと比較する。こうして焼成後の下水汚泥溶融スラグあるいはゴミ溶融スラグを主原料とするブロック中における知りたい結晶性成分の重量％が

求められる。

【００１９】

ＣａＯとＳｉＯ２、あるいはＣａＯとＡｌ２Ｏ３とＳｉＯ２を含む複酸化物をしてはアノルサイト（ＣａＯ・２ＳｉＯ２・Ａｌ２Ｏ３）、またはβ－ウォラストナイト（ＣａＯ・ＳｉＯ２）、あるいはゲーレナイト（２ＣａＯ・ＳｉＯ２・Ａｌ２Ｏ３）などがあり、各々の結晶について、上記の測定を行い、それらの結晶成分の重量比の合計を結晶成分の含有量とする。

【００２０】

ＣａＯとＳｉＯ2、あるいはＣａＯとＡｌ2Ｏ3とＳｉＯ2を含む複酸化物の結晶成分の含有量が５０～１００％の範囲内にあると、骨材を構成する粒子の結晶の強度が高く、ブロックの所定の強度が確保できる。該結晶成分の含有量がこの範囲より小さいと実質的にガラス質の粒子が多く強度を保つことが困難になる。また、ＣａＯとＳｉＯ2、あるいはＣａＯとＡｌ2Ｏ3とＳｉＯ2を含む複酸化物をアノルサイト、β－ウォラストナイト、ゲーレナイトの３種に特定して、その結晶性成分の合計含有量が５０～１００重量％の範囲内であると、さらに望ましい。

【００２１】

本発明の透水性セラミックブロックは、前記断面において観察される骨材、あるいは焼結バインダと一体化した骨材が、実質的に４．７５～０．５ｍｍの粒子とその周囲に存在する０．５ｍｍ以下の粒子により構成されている。骨材部分が、このような０．５ｍｍ以上の粗粒骨材同士を０．５ｍｍ以下の微粒子がその隙間を埋める構造をなすことによって、粒子同士の結合力が高まり、ブロックの強度が向上する。

【００２２】

また、粗粒骨材間に微粒子が位置することによって、焼成の際、粗粒骨材の膨張を吸収し、ブロック全体の体積膨張を緩和するため、焼成による形状変形や表層にクラックが発生する現象を抑制する効果がある。

【００２３】

さらに、粗粒の周囲に存在する０．５ｍｍ以下の微粒子が陶磁器質を主体とした粒子であると、上述した効果が更に高まるため好ましい。

【００２４】

ここで、骨材に用いる陶磁器質の粒子は、陶器質粒子、磁器質粒子のいずれでもよく、また、両方が混在していても構わない。具体的には、陶器質粒子としては瓦屑や陶管屑等を用いることができる。また、磁器質粒子には磁器タイル屑や電力用碍子屑等を用いることができ、これらを1種以上混合して使用してもよい。

【００２５】

ブロックの空隙率が１０～４０％の範囲にあることは、強度と透水機能と保水機能を同時に満足させるための条件である。保水量は、空隙の量だけでなく、空隙の大きさにも影響され、空隙が大きすぎると、水は透過しやすく保水量は小さくなる。空隙が小さすぎると大気圧下での空隙内への吸水量が少なく、やはり保水量は小さくなる。この場合、空隙量に対する保水量は高くなる可能性はあるが、透水性を損なってしまう。

【００２６】

保水機能を満足している場合、アスファルト舗装やコンクリート舗装などとは異なり、路面温度の著しい上昇を防ぐ効果がある。これは、雨上がりや散水時に、ブロック内に貯えられた水が徐々に蒸発する作用を持つからである。また、透水機能と保水機能の両方を満足することで、雨上がりや散水時に限らず、地盤からの水分蒸発を促し、やはり、路面温度上昇防止に効果が期待できる。

【００２７】

空隙率は、ブロックから表層を切削、除去し、さらに約５×５×５ｃｍ角の試験片を切り出し、１０５℃で２４時間乾燥した後に室温まで冷却し、重量ｗ（ｇ）と体積Ｖ（cm^3）からかさ密度ρ１＝ｗ／Ｖを求め、これと、同様に処理した、試験片についてアルキメデス法で求めた見掛け密度ρ２から、次式によって求める。

【００２８】
空隙率（％）＝（１－ρ１／ρ２）×１００
ブロックを任意の位置で切断し研磨した断面であって、ブロック周囲のおよそ１０ｍｍ厚の皮相部分を除いた内側の断面において、任意の２０ｍｍの長さの直線を引いて測定したときに、該直線上で確認される、骨材の粒子径が最大９．５ｍｍを実質的に越えることはなく、かつ、骨材あるいは焼結バインダと一体化した骨材の実質的個数が平均４～２０個存在し、さらには、骨材あるいは焼結バインダと一体化した骨材の存在していない部分を空隙とした時、該空隙の個数が、平均４～１８個存在していることが好ましい。
【００２９】
さらに、２０ｍｍの直線上に存在する、骨材あるいは焼結バインダと一体化した骨材および空隙のそれぞれの個数が、平均４～１０個であるとより好ましい。
【００３０】
本発明では、ブロック中の骨材あるいは焼結バインダと一体化した骨材および空隙の大きさや個数を次のようにして特定する。すなわち、ブロックを任意の位置で切断し研磨した断面のうち、ブロック周囲のおよそ１０ｍｍ厚の皮相部分を除いた内側の断面において、任意の直線を引き、骨材あるいは焼結バインダと一体化した骨材の輪郭線によって寸断された線分それぞれの長さを測定し、その骨材の粒径とする。ブロック周囲のおよそ１０ｍｍ厚の皮相部分を除くのは、ブロックの表面には、意匠性を高めたり他の機能を付与するために別の材料で構成させることがあるからである。下水汚泥溶融スラグやゴミ溶融スラグ骨材には粒内に気孔を有するものもあるが、この粒内の気孔の周囲は、骨材の輪郭線とは考えない。直線上で断面と同一平面上で骨材の存在していない部分を空隙と見なす。骨材や空隙の個数を数える際は、直線に一部でも交わっている骨材や空隙は１個と数える。直線端部で交わり、交点を両端に持たない骨材や空隙も１個と数える。ブロックの切断および研磨は骨材粒子が脱落しないように慎重に行う必要がある。
【００３１】
より正確な測定値を得るために、約４×４ｃｍ以上の面積の断面３ヶ所以上について、それぞれ２０ｍｍの直線を２本以上引き、それぞれにおける測定値の平均をとることが好ましい。さらに、２～２０倍の倍率のルーペ、顕微鏡、拡大投影機などを用いることが好ましい。また、断面上にある骨材と、断面上ではなく空隙の奥に覗く骨材とを区別するため、断面上の骨材のみを着色したり、焦点深度の浅い顕微鏡などにより、断面上の骨材のみを浮き上がらせてもよい。
【００３２】
骨材あるいは骨材と焼結バインダが一体化した粒子のどちらかの大きさで規定しているのは、焼結バインダの種類や焼成条件などにより、骨材と焼結バインダの境界が不明確になっている場合もあるためである。が、ここでは、骨材単味の大きさよりも骨材と空隙の配置のバランスが重要と考えているので問題はない。
【００３３】
骨材あるいは焼結バインダと一体化した骨材の大きさは、最大９．５ｍｍを越えると、強度が損なわれるし、ブロック内部で確認されるそのような大きな粒子がブロック表面にも存在してしまうと製品の欠陥となって表面平滑性や、意匠性が損なわれる。
【００３４】
２０ｍｍの直線上に存在する、骨材あるいは焼結バインダと一体化した骨材の個数は、平均４～２０個であることが好ましく、４個より少ないと、骨材あるいは焼結バインダと一体化した骨材の寸法が大きすぎるか、連続する空隙が多くなり、強度の低下につながる。２０個より多いと、骨材あるいは焼結バインダと一体化した骨材の寸法が小さすぎ、微粒子が多いことで、成形時の充填性を阻害した結果、焼成後の強度が不充分になり、また、空隙の大きさも小さな部分が増え、透水性が低下するようになる。
【００３５】
２０ｍｍの直線上に存在する、空隙の個数は、平均４～１８個であることがさらに好ましく、上記骨材の個数と同様の理由があるが、付け加えるならば、透水機能を充分に発現さ

せるためには、骨材同士が隣接するよりも骨材同士は部分的な結合のみで大部分は空隙と隣接している方が好ましい。すなわち、任意の直線上において、骨材と空隙はほぼ交互に存在している形に近いほど好ましい。このことは、骨材と空隙の個数がほぼ同数に近くなることと等しい。

【００３６】

さらに、２０ｍｍの直線上に存在する、骨材あるいは焼結バインダと一体化した骨材および空隙のそれぞれの個数が、平均４～１０個であるとより好ましい。

【００３７】

強度と透水機能をさらにバランスよく発現させようとすると、この範囲内にあることが必要であり、１０個より多いと、強度と透水機能のどちらかは、少し損なわれてしまう。

【００３８】

さらに、該セラミックブロックは、灼熱減量が３％以下であることが好ましい。

【００３９】

灼熱減量は、３％より多いと、焼成不足による未反応物が存在している証拠であり、強度が不十分である。また、透水性を阻害したり、目詰まりの原因になったりする。灼熱減量は、強熱減量とも呼び、１０５℃で２４時間乾燥した後、室温まで冷却した製品の重量に対し、１０００℃３０分間加熱し、冷却後の減量を百分率で示したものである。

【００４０】

さらに、上記のような透水性セラミックブロックを厚さが２０～８０ｍｍの基材とし、陶磁器質粒子を主体とした骨材からなり、空隙率が２５～４５％でかつ、基材よりも高い空隙率を有する厚さ３～１０ｍｍのプレートを表層とした２層構造を成していることが好ましく、その透水性セラミックブロックにおいて、表層のモース硬度が６以上で、ＡＳＴＭ　Ｅ３０３に準拠して求めた湿潤時における滑り抵抗値が４０ＢＰＮ以上であることが好ましい。

【００４１】

陶磁器質粒子を主体とした骨材としたのは、表面が汚れにくく、しかも水洗などによる洗浄が容易であるからである。また、摩耗しにくく、美観の維持や、摩耗によって生じた骨材粉が表層表面に存在するようになって湿潤時か否かに関わらず滑りやすくなるからである。かかる傾向は、表層表面のモース硬度が６未満である時に特に顕著になる。空隙率が２５～４５％でかつ、基材よりも高い空隙率を有する表層としたのは、その場合、雨水などは積極的に流下させるが土砂などの目詰まり成分の侵入は抑制できる。もちろん下水汚泥溶融スラグを主体とした骨材で表層を構成してもかまわない。

【００４２】

ここで、表層に用いる陶磁器質の粒子は、陶器質粒子、磁器質粒子のいずれでもよく、また、両方が混在していても構わない。具体的には、陶器質粒子としては瓦屑や陶管屑等を用いることができる。また、磁器質粒子には磁器タイル屑や電力用碍子屑等を用いることができ、これらを1種以上混合して使用してもよい。

【００４３】

さらに、それらの透水性セラミックブロックの、側面形状が台形であると好ましい。台形とすることで施工時における表層の欠けなどを防止でき、また、ブロック間に適度な幅の目地を形成できるようになる。もっとも、上底と下底との長さの差は、歩行感や、ハイヒール歩行、車椅子による走行の容易性などを考慮して３ｍｍ以下と小さくしてある。

【００４４】

または、それらの透水性セラミックブロックの、側面に目地幅規制用の突起が設けられていることが好ましい。その突起の厚みは１～３ｍｍ程度、高さは１０～８０ｍｍ程度である。なお、突起は、ブロックを敷き詰めたときに隣接するブロックの突起同士が当たらない位置に設けておく。

【００４５】

上述の透水性ブロックを一実施態様として図に示すと、図１、図２に示すような形状になる。すなわち、厚みが３～１０ｍｍほどの表層１と、基層２との層状構成を有している。

全体厚みは、作用する荷重などを考慮して４０～１００mm程度にしてある。平面形状は方形で、大きさは、施工の容易性などを考慮して一辺の長さが９０～４００mm程度の正方形か長方形にしてある。

【００４６】

本発明において、ブロックの曲げ強さは、ＪＩＳ　Ａ１１０６に、圧縮強さは、ＪＩＳ　Ｒ２２０６に、それぞれ準拠して求めた。

【００４７】

また、本発明では、下水汚泥溶融スラグおよびゴミ溶融スラグから選ばれる１種以上を７５重量％以上含み、かつ０．５mm以下の粒子を７～２５重量％含む骨材と、焼結バインダを含む混合物を成形した後、該成形体を８００～１２００℃の範囲の温度で焼成する方法であって、前記下水汚泥溶融スラグまたはゴミ溶融スラグが４．７５mm以下の粒子を８０重量％以上含み、かつ、ガラス質を主体としており、該成形体を焼成する工程において結晶化を進行させ、Ｘ線回折により、ＣａＯとＳｉO_2　、あるいはＣａＯとＡｌ$_2$Ｏ$_3$とＳｉO_2を含む複酸化物の結晶構造を示す明確な回折ピークが得られ、ＣａＯとＳｉO_2あるいはＣａＯとＡｌ$_2$Ｏ$_3$とＳｉO_2を含む複酸化物の結晶構造に起因する回折ピークから計算された結晶性成分の含有量が５０～１００重量％の範囲内にあるものを透水性セラミックブロックとして採用することを特徴とする透水性セラミックブロックの製造方法を提供する。

【００４８】

ここで、骨材に０．５mm以下の粒子を７～２５重量％含むことにより、０．５mm以上の粗粒骨材同士を焼結バインダにより結合させるに際し、０．５mm以下の微粒子がその隙間を埋め、粒子同士の結合力が高まり、ブロックとしての強度が向上する。

【００４９】

また、粗粒骨材間に微粒子が位置することによって、焼成の際、粗粒骨材の膨張を吸収し、ブロック全体の体積膨張を緩和するため、焼成による形状変形や表層にクラックが発生する現象を抑制する効果がある。

【００５０】

０．５mm以下の微粒子が７重量％以下の場合は、上述した効果が不十分であり、高い強度のものが得られなかったり、ブロックの形状変形や、クラックが発生することが多くなる。また、２５重量％以上では骨材粒子の間隙を埋める量が多くなり、透水性が損なわれるため、好ましくない。

【００５１】

該骨材に用いる０．５mm以下の粒子としては、特に限定するものではないが、陶磁器質粒子を用いるのが好ましい。ここで、骨材に用いる陶磁器質の粒子は、陶器質粒子、磁器質粒子のいずれでもよく、また、両方が混在していても構わない。具体的には、陶器質粒子としては瓦屑や陶管屑等を用いることができる。また、磁器質粒子には磁器タイル屑や電力用碍子屑等を用いることができ、これらを1種以上混合して使用してもよい。

【００５２】

主体となる骨材である下水汚泥溶融スラグおよびゴミ溶融スラグは、４．７５mm以下の粒子が８０重量％以上であることが重要であり、該焼結バインダが、長石、粘土、天然石、陶磁器、ガラス、下水汚泥溶融スラグ、下水汚泥焼却灰、ゴミ溶融スラグ、ゴミ焼却灰の粉末から選ばれた少なくとも１種類であり、成形用糊剤として、カルボキシメチルセルロース（ＣＭＣ）、メチルセルロース、でんぷん、水ガラスおよびセメントから選ばれた少なくとも１種類を用いることが好ましい。

【００５３】

該成形する工程において、振動プレスを用いることが好ましい。

【００５４】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の透水性ブロックの製造方法の実施の形態を詳細に説明する。

【００５５】

まず、骨材に糊剤、焼結バインダーを添加、混合して調製する。

【００５６】

骨材は、下水汚泥溶融スラグおよびゴミ溶融スラグから選ばれる１種以上を７５重量％以上含んでおり、４．７５ｍｍ以下の粒子が８０重量％以上であるものとする。

【００５７】

骨材に下水汚泥溶融スラグやゴミ溶融スラグ以外の原料が２５％以上含まれると、下水汚泥溶融スラグやゴミ溶融スラグが安価であるという特長が失われ、また、下水汚泥や都市ゴミの処分や有効活用の効果も小さくなる。４．７５ｍｍ以下の粒子が８０重量％未満になると強度や製品表面平滑度を損なう。

【００５８】

骨材の粒度分布は、１．１８～０．５ｍｍの範囲が３０重量％未満、０．５ｍｍ以下の範囲が１０重量％未満であるとより好ましく、上述した製品の特性、すなわち強度や製品平滑性、透水性がさらに向上する。

【００５９】

なお、この発明において骨材粒度分布は、ＪＩＳ　Ｚ８８０１に規定されたふるいで骨材２ｋｇをふるい分け、その重量比で表す。

【００６０】

本発明で用いる下水汚泥溶融スラグやゴミ溶融スラグは、ガラス質を主体としている。結晶化しているスラグは、４．７５ｍｍ以下の粒子が８０重量％以下になるケースが多く、粉砕する必要もでてくるし、粉砕するにしてもガラス質に比べ粉砕しにくいため、所定の粒度分布に調整するための粉砕、分級の工程に余分なエネルギーを必要とするからである。また、ガラス質のスラグは溶融状態から急冷して得ることが多く、粒子が細かな砂状になっており、粒度調整が不要となるか調整するとしてもごく簡単な粉砕分級か、他の粒度分布を持つ骨材の２５重量％以下の配合で済む。

【００６１】

さらに、ガラス質の骨材は、焼成により結晶化を進行させる。ガラス質の骨材は、焼成時に焼結バインダーや他の骨材、添加剤などと極めて反応しやすく強固な結合が進み、さらに焼成工程で結晶化することで、体積が膨張し、焼結バインダや他の骨材の焼成中の収縮を相殺するように作用し、内部ひずみを少なくしたり、透水性や寸法精度の優れた焼結体が得られる効果があるからである。

【００６２】

下水汚泥溶融スラグやゴミ溶融スラグの骨材がガラス質であるかどうかは、例えば、Ｘ線回折により確認できる。スラグ粒子を細かく砕いた粉体サンプルのＸ線回折パターンを調べ、明確な回折ピークが認められない場合、ガラス質と判断できる。

【００６３】

また、焼成する工程において結晶化が進行したかどうかも、焼成後のブロック断面のＸ線回折パターンあるいは焼成と同じ温度履歴を与えたスラグ粒子を砕いた粉体サンプルのＸ線回折パターンを調べ、回折ピークが得られれば結晶化が進行したと判断できる。本発明では、ＣａＯとＳｉＯ2あるいはＣａＯとＡｌ2Ｏ3とＳｉＯ2を含む複酸化物の結晶構造を示す明確な回折ピークが認められることを特徴としている。これらの複酸化物は化学的に安定な結晶質であり、舗装材として使用されるブロックに使用されるに適している。

【００６４】

一方、焼結バインダとしては、骨材よりも融点の低いあるいは粒度分布の小さい長石、粘土、天然石、陶磁器、ガラス、下水汚泥溶融スラグ、下水汚泥焼却灰やゴミ溶融スラグ、ゴミ焼却灰の粉末を用いることができる。バインダは焼成時に溶融して骨材同士を結合するが、バインダの最大粒径は、骨材同士の結合が一様に行われるように、また、焼成時の溶融に時間がかかってエネルギーコストが上昇しないよう、０．５ｍｍ以下とするのが好ましい。また、バインダの量は、ブロックの強度や透水性を考慮しながら決めるが、通常、骨材１００重量部に対して３～２０重量部ほど添加する。

【００６５】

また、成形用糊剤としては、カルボキシメチルセルロース（ＣＭＣ）、メチルセルロース、でんぷんなどの有機糊剤や、水ガラスやセメントなどの無機質糊剤を用いることができる。通常、粉体形状のものは、加水して水溶液やペーストの形で用いる。ただし、乾粉で混合し、その混合物に後から加水する方法をとっても良い。

【００６６】

糊剤の量は、後の成形時における保形性や焼成時における成形体のハンドリング性などを考慮して決めるが、通常、骨材１００重量部に対して５～２０重量部ほど添加する。

【００６７】

さて、骨材と糊剤、焼結バインダを混合する際、まず、骨材に、液状にした糊剤を、たとえばシャワーにして少しずつ添加しながら混合すると良い。次に骨材と糊剤の混合物に焼結バインダを少しずつ添加しながら混合すると良い。ここで、骨材と糊剤とをあらかじめ混合しておき、その混合物に焼結バインダをさらに添加、混合するのは、まず骨材表面に液状糊剤を均一に行き渡らせるためであり、これら３者を同時に混合すると糊剤と細かい焼結バインダとが凝集しやすく、凝集した糊剤が成形時に型に付着したり、糊剤と焼結バインダが凝集することで本来の結合の作用が低下してしまう。同じ目的で、骨材に含まれる微粒、たとえば、０．５ｍｍ以下の粒子は、予めふるい分けしておいて、焼結バインダと同様に、０．５ｍｍ以上の骨材と糊剤を混合した後に、添加することも好ましい。

【００６８】

粉体形状の糊剤をまず乾粉で混合し、その混合物に後から加水することもできるが、この方法は、糊剤を液状にすると、高粘性で分散性が悪く、凝集が生じやすいような場合には非常に効果的である。

【００６９】

上述の基材のみでブロックとすることもできるが、基材の上に別仕様の表層を構成させることも好ましい。その場合、成形する工程において、厚さが２０～８０ｍｍの基材の上に、厚さ３～１０ｍｍの表層を構成させることが好ましい。

【００７０】

その表層材料もまた、基材と同様に調製する。

【００７１】

表層材料には、最大寸法５．０ｍｍ以下であり、０．５ｍｍ以下の範囲に１０重量％未満である粒度分布を持った磁器質を５０％以上含む骨材や、または、最大寸法５．０ｍｍ以下であり、０．５ｍｍ以下の範囲に１０重量％未満である粒度分布を持った下水汚泥溶融スラグやゴミ溶融スラグを５０重量％以上含む骨材を用いる。両者を混合して使用しても良い。

【００７２】

磁器としては、磁器質のタイルや電力用碍子などの廃材を用いることができる。

【００７３】

骨材の最大寸法が５ｍｍ以上になると、湿潤時における表層の滑り抵抗値が小さくなり、降雨時などの湿潤時に滑りやすくなる。滑り抵抗値は、ＡＳＴＭ　Ｅ３０３に準拠して求める。０．５ｍｍ以下の範囲の粒子が１０重量％以上だと、成形時の充填性が悪く、焼成時に基層と表層とで収縮挙動が異なり、層間の歪みや表層内のきれつの発生原因となる。また、空隙の寸法も、小さな部分が増え、透水性が低下してしまう。

【００７４】

表層を着色するために、表層材料を調製するときそれに顔料を加えることができる。顔料としては、酸化鉄系、酸化チタン系、酸化コバルト系などの粉末を用いることができ、通常、骨材に添加、混合する。顔料の量は、その発色の程度などにもよるが、骨材１００重量部に対して０．２～１０重量部ほど添加する。

【００７５】

また、表層材料を調製する時に、寸法が骨材と同等かそれより小さな斑点材料を加えて、表面意匠を天然石風にしたり、多彩な模様を形成させ、意匠性を向上させることができる。斑点材料としては、既に着色された人工の無機粒子や、ウンモ、マンガン、鉄、鉄鋼ス

ラグ、下水汚泥溶融スラグ、ゴミ溶融スラグ、ざくろ石など、焼成後に濃く発色する粒子が好ましく、その量は、その形成模様の設計などにもよるが、骨材１００重量部に対して２～１０重量部ほど添加する。　次いで、上記材料を、型を用い、焼成後において所望する厚みになるよう、充填厚みを考慮しながら充填し成形する。

【００７６】

基材のみでも製品にはなるが、表層との２層の構成にする場合、まず、基層材料を型に入れ、振動プレスを用いて一次成形した後、その上に、表層材料を入れ、再び加圧して成形する。

【００７７】

次に上述した成形工程で得られた成形体を焼成し、透水性ブロックを得る。成形体は、焼成に先立って、乾燥するか、糊剤として水ガラスを用いている場合には、炭酸ガスを作用させて水ガラスを一次硬化させるか、セメントを用いている場合には養生して水和反応を促進させ硬化させ、ハンドリングを容易にしておく。

【００７８】

焼成には、トンネルキルンやローラハースキルンなどを用いることができる。焼成条件は、骨材の耐火度、焼結バインダの溶融挙動などを考慮して決めるが、通常、８００～１２００℃の範囲とする。焼成時間は、基層材料および表層材料の種類や成形体の大きさなどにもよるので一概にはいえないが、２～７２時間程度である。

【００７９】

【実施例】

以下、本発明の実施例を説明する。

【００８０】

実施例１

下水汚泥水砕スラグを主骨材とし、これに０．５ｍｍ以下の磁器タイル屑粉砕物を外割で１０重量部添加し、混合骨材とした。粒径は、最大寸法４.７５ｍｍであり、４．７５～１．１８ｍｍの範囲の粒子が６３重量％、１．１８～０．５ｍｍの範囲の粒子が２５重量％、０．５ｍｍ以下の範囲の粒子が１２重量％の粒度分布を持っていた。また、この骨材をＸ線回折により調べた結果、明確な回折パターンは得られなかった。（図３）

これに、糊剤として水ガラス３号を骨材１００重量部に対して１０重量部になるように添加混合し、得られた混合物にバインダとして板ガラス廃材の粉末（最大寸法０．３ｍｍ）を骨材１００重量部に対して１０重量部になるように添加、混合し基層材料を得た。

【００８１】

一方、磁器タイル廃材の破砕片（最大寸法：１．７ｍｍ、０．５ｍｍ以下の範囲６重量％）を骨材とし、これに酸化鉄系顔料を骨材１００重量部に対して２重量部になるように添加、混合し、さらに、糊剤として水ガラス３号を骨材１００重量部に対して８重量部になるように添加、混合し、得られた混合物にバインダとして板ガラス廃材の粉末（最大寸法０．３ｍｍ）を骨材１００重量部に対して８重量部となるように添加、混合し表層材料を得た。

【００８２】

次に、上記基層材料を厚みが５５ｍｍになるように型に入れ、振動プレスを用いて１kgf/cm^2 の圧力で一次成形した後、その上に、上記表層材料を厚みが１５ｍｍになるように入れ、再び１kgf/cm^2 の圧力で加圧して成形した。

【００８３】

次に、成形体に炭酸ガスを作用させて糊剤である水ガラス３号を一次硬化させた後、トンネルキルンを用い、１１００℃で４時間焼成し、大きさが１００×２００ｍｍ，表層の厚みが１２ｍｍ、基層の厚みが４８ｍｍ、全体の厚みが６０ｍｍの、この発明のブロックを得た。

【００８４】

このようにして得たブロックについて、特性を評価したところ、以下の通りであった。

【００８５】

ブロックを任意の位置で切断し研磨した断面のうち、ブロック周囲のおよそ１０mm厚の皮相部分を除いた内側の断面において、任意の直線を引き、焼結バインダで包まれた骨材の輪郭線によって寸断された線分の長さを、それぞれ測り、これを３本の直線について行い、さらに断面３ヶ所について繰り返した。その時の最大寸法は５．３mmであった。分級した最初の原料骨材の最大粒径よりも大きいのは、細長い粒子では、分級（ふるい）時には、粒子の幅（短径）が効くのに対して、断面上では直線が粒子の長径付近を横切る場合があるのと、骨材が焼結バインダで包まれているためである。２０mmの長さの直線上に存在する、焼結バインダで包まれた骨材および空隙のそれぞれの個数を求めた。これも１つの断面について３本の直線について行い、これを３ヶ所の断面について繰り返し、その９個の数値の平均をとった。焼結バインダで包まれた骨材は、平均７．３個存在し、空隙は、平均６．７個存在していた。

【００８６】

この断面について、X線回折で調べた結果、ゲーレナイト(２CaO・Al2O3・SiO2)、アノルサイト(CaO・Al2O3・２SiO2)およびβ－ウォラストナイト(CaO・SiO2)の結晶の強い回折パターンが確認できた。（図４参照）このことから、焼成工程において結晶化が進行したことがわかる。ブロックの粉砕物を用いて、ゲーレナイト(２CaO・Al2O3・SiO2)、アノルサイト(CaO・Al2O3・２SiO2)およびβ－ウォラストナイト(CaO・SiO2)の結晶性成分の含有量を調べたところ、７５重量％であった。

【００８７】

灼熱減量は０．２％、空隙率が２１％、透水係数が２．２～３．４×10^{-2}cm/sec、表層のモース硬度は６．５、湿潤時における滑り抵抗値が５２BPN、曲げ強度は、５２～７２kgf/cm^2 であった。

【００８８】

実施例２

ゴミ焼却灰を溶融、水冷処理した粒状物を、骨材とした。粒径は、最大寸法４.７５mm未満であり、４．７５～１．１８mmの範囲の粒子が６８重量％、１．１８～０．５mmの範囲の粒子が２２重量％、０．５mm以下の範囲の粒子が１０重量％の粒度分布を持っていた。

【００８９】

これに、実施例１とほぼ同様の製造条件を用いて製造した。

【００９０】

まず、糊剤として水ガラス３号を骨材１００重量部に対して１０重量部になるように添加、混合し、得られた混合物にバインダとして板ガラス廃材の粉末（最大寸法０．３mm）を骨材１００重量部に対して１０重量部になるように添加、混合し基層材料を得た。

【００９１】

一方、磁器タイル廃材の破砕片（最大寸法：１．７mm、０．５mm以下の範囲６重量％）を骨材とし、これに酸化鉄系顔料を骨材１００重量部に対して２重量部になるように添加、混合し、さらに、糊剤として水ガラス３号を骨材１００重量部に対して８重量部になるように添加混合し、得られた混合物にバインダとして板ガラス廃材の粉末（最大寸法０．３mm）を骨材１００重量部に対して８重量部になるように添加、混合し表層材料を得た。

【００９２】

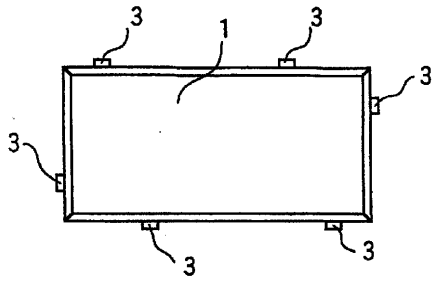
次に、上記基層材料を厚みが５５mmになるように型に入れ、振動プレスを用いて１kgf/cm^2 の圧力で一次成形した後、その上に、上記表層材料を厚みが１５mmになるように入れ、再び１kgf/cm^2 の圧力で加圧して成形した。

【００９３】

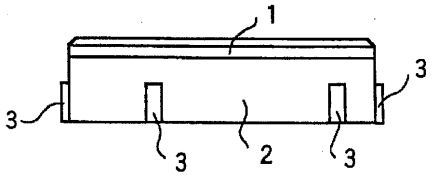
次に、成形体に炭酸ガスを作用させて糊剤である水ガラス３号を一次硬化させた後、トンネルキルンを用い、１１００℃で４時間焼成し、大きさが１００×２００mm，表層の厚みが１２mm、基層の厚みが４８mm、全体の厚みが６０mmの、この発明のブロックを得た。

【００９４】
このようにして得たブロックについて、特性を評価したところ、以下の通りであった。
【００９５】
ブロックを任意の位置で切断し研磨した断面のうち、ブロック周囲のおよそ１０ｍｍ厚の皮相部分を除いた内側の断面において、任意の直線を引き、焼結バインダで包まれた骨材の輪郭線によって寸断された線分の長さを、それぞれ測り、これを３本の直線について行い、さらに断面３ヶ所について繰り返した。その時の最大寸法は５．３ｍｍであった。分級した最初の原料骨材の最大粒径よりも大きいのは、細長い粒子では、分級（ふるい）時には、粒子の幅（短径）が効くのに対して、断面上では直線が粒子の長径付近を横切る場合があるのと、骨材が焼結バインダで包まれているためである。２０ｍｍの長さの直線上に存在する、焼結バインダで包まれた骨材および空隙のそれぞれの個数を求めた。これも１つの断面について３本の直線について行い、これを３ヶ所の断面について繰り返し、その９個の数値の平均をとった。焼結バインダで包まれた骨材は、平均７．０個存在し、空隙は、平均７．５個存在していた。
【００９６】
灼熱減量は０．２％、空隙率が２５％、透水係数が２．７～４．２×１０$^{-2}$cm/sec、表層のモース硬度は６．５、湿潤時における滑り抵抗値が５５ＢＰＮ、曲げ強度は、４７～６５kgf/cm^2 であった。
【００９７】
【発明の効果】
本発明の透水性ブロックおよびその製造方法は、透水性や強度に優れていると同時に、保水性が高く、また、表面の摩耗が少なく、湿潤時の滑り抵抗も良好で、汚れにくく、洗浄による回復が容易である。
【００９８】
また、処分に困っている下水汚泥溶融スラグやゴミ溶融スラグの有効活用にもなり、他の高価な原料を用いることに比べ、原料費が安くなる分、製品を安価に供給できる。
【図面の簡単な説明】
【図１】この発明の一実施態様にかかる透水性ブロックの概略平面図である。
【図２】この発明の一実施態様にかかる透水性ブロックの概略側面図である。
【図３】下水汚泥水砕スラグ骨材のＸ線回折パターン図である。
【図４】下水汚泥水砕スラグ骨材を用いた本発明品の断面におけるＸ線回折パターン図である。
【符号の説明】
１：表層
２：基層
３：目地幅規制用の突起

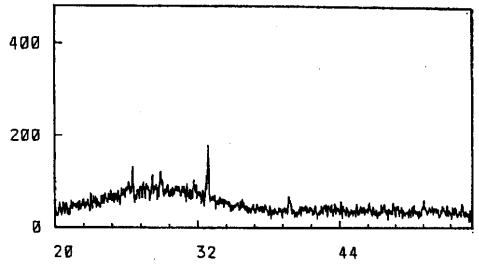
【図１】


3
1
3
3
3
3
3

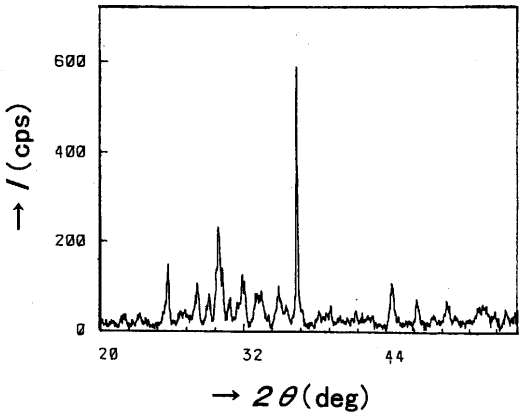
【図２】


1
3
3
3
2
3

【図３】


400
200
0
20
32
44

【図４】


600
400
200
0
I (cps)
20
32
44
2θ (deg)

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平０５－０４３２９５（ＪＰ，Ａ）
特開平０９－０３０８７１（ＪＰ，Ａ）
特開平０９－０３０８７３（ＪＰ，Ａ）
特公平０７－０４２１７５（ＪＰ，Ｂ２）
特開平０５－０４３２９５（ＪＰ，Ａ）
実公平０２－００２５８８（ＪＰ，Ｙ２）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
E01C 5/00 - 5/22
C04B 38/00