

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4607698号
(P4607698)

(45) 発行日 平成23年1月5日 (2011.1.5)

(24) 登録日 平成22年10月15日 (2010.10.15)

(51) Int. Cl.

F I

B 2 2 C 5/00 (2006.01)
B 2 2 C 9/02 (2006.01)
B 2 2 C 9/12 (2006.01)
C O 4 B 33/02 (2006.01)

B 2 2 C 5/00 C
 B 2 2 C 9/02 1 O 3 B
 B 2 2 C 9/12 A
 C O 4 B 33/02

請求項の数 3 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2005-226839 (P2005-226839)
 (22) 出願日 平成17年8月4日 (2005.8.4)
 (65) 公開番号 特開2006-68815 (P2006-68815A)
 (43) 公開日 平成18年3月16日 (2006.3.16)
 審査請求日 平成20年8月1日 (2008.8.1)
 (31) 優先権主張番号 特願2004-231452 (P2004-231452)
 (32) 優先日 平成16年8月6日 (2004.8.6)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(73) 特許権者 391062333
 山川産業株式会社
 兵庫県尼崎市西長洲町1-3-27
 (74) 代理人 100065248
 弁理士 野河 信太郎
 (72) 発明者 大橋 明
 兵庫県尼崎市西長洲町1丁目3番27号
 山川産業株式会社内
 (72) 発明者 半田 勝郎
 兵庫県尼崎市西長洲町1丁目3番27号
 山川産業株式会社内
 (72) 発明者 金本 範彦
 兵庫県尼崎市西長洲町1丁目3番27号
 山川産業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 生型廃砂の再生方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

シェル殻を 10 ~ 40 重量% 含む生型廃砂を、乾式ロータリーリクレーマーによる乾式磨鉱を 1 ~ 5 パス施すことで生型廃砂表面に付着している粘土分を主成分とする不純物を 80 重量% 以上除去した後、総粘土分が 0.3 重量% 以下となるようにトラフ式磨鉱装置による湿式磨鉱を 1 ~ 5 パス施すことで、焙焼せずに 鋳型用骨材に再生することを特徴とする生型廃砂の再生方法。

【請求項 2】

前記乾式磨鉱の 1 パスが、4 ~ 10 t / 時の処理量及び 30 ~ 40 A の負荷の条件で行われ、前記湿式磨鉱の 1 パスが、10 ~ 20 t / 時の処理量、70 ~ 110 A の負荷、90 ~ 96 重量% の生型廃砂の含有量の条件で行われる請求項 1 に記載の生型廃砂の再生方法。

【請求項 3】

前記鋳型用骨材が、シェルモールド用骨材又はイソキュアコールドボックス法用骨材である請求項 1 又は 2 に記載の生型廃砂の再生方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、生型廃砂の再生方法に関する。更に詳しくは、本発明は、廃棄物及び廃液の量が少なく、ダイオキシンのような有害物質を発生させず、極めて安価に生型廃砂を再生

する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

現在、シェルモールド法のような鑄造法に使用されている骨材は、用途によってけい砂を始め様々なものがある。この内、骨材は、量的には圧倒的に再生けい砂が多い。再生けい砂を用いる傾向は、1973年のオイルショック以降活発となり、最近では、資源枯渇や産廃物規制の問題からよりいっそう顕著になっている。

【0003】

シェルモールド法が我が国に導入された頃は、ダンプボックス造型法のようなオールシェルプロセスが主流であった。一方、現在では、シェルモールド法が、生型ラインにおける中子形成法として一般的に使用されている。シェルモールド法が、生型ラインにおける中子の形成に使われると、その中子が注湯後崩壊した後、炭化砂として生型ライン用の砂（以下、ライン砂）に混入していくこととなる。そのため、中子量に比例して、ライン砂は過剰となり、過剰分が余剰砂として廃棄される。廃棄された砂は、産廃として処理される。そこでこの廃棄砂（生型廃砂）を再生し、シェルモールド用再生骨材として使用する方法が提案されている。

【0004】

生型廃砂を再生する方法は、シェルモールド法に由来する炭化砂が多く混入していることから、流動焙焼及び乾式再生の併用方法が最も多い（例えば、「シェルモールド中子造型に係る技術・技能」の第1-17～1-22頁、発行者：中小企業総合事業団：非特許文献1）。具体的には、生型ラインから回収された生型廃砂は、鉄片等を除去し、乾燥してからダマやガラを破碎して一旦貯蔵される。この砂を流動焙焼炉に投入し、流動エアーにて砂粒を流動させながらパーナーで焙焼して有機粘結剤等を燃焼させる。冷却した後、乾式再生により表面付着物を剥離する。そのあと微粉分離・粒度調整を経て、シェルモールド用の骨材として再生される。乾式再生は、その再生原理により、衝撃式、摩擦式、研磨式に分類される。従来は衝撃式が主流であったが、最近では摩擦式や研磨式の方が多い。

【0005】

なお、回収された砂が炭化していないシェルモールド法による鑄型の廃砂（以下、シェル殻）主体の場合は、流動焙焼方式だけ実施しているケースもあるが、極希である。

【0006】

また最近では、焙焼方式のコストが高いため、乾式再生だけで生型廃砂を再生している例もある。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

しかし、生型廃砂は鑄肌の凹凸を改善し且つ鑄型の崩壊性を向上するために使用される石炭粉を含むことが多く、炭化砂は主に有機物からなる粘結剤に由来するカーボンを含むため、上記再生方法の場合、黒色の原因である石炭粉やカーボンの除去が不十分である。そのため得られた再生砂の色が黒く、それを原料としたレジンコーテッドサンドは、焼成して鑄型を形成する際に、焼成程度により変化するレジンの色（黄色から茶色）の判定がしにくいという問題がある。

【0008】

昨今の傾向として、生型ラインの中子砂プロセスを一部シェルモールドからイソキュアコールドボックス（以下、CBとする）法に移行するケースが増えている。その際、CB法に使用する骨材に生型廃砂を原料とする再生砂を採用できれば問題はないが、性能的な問題で新砂との混合もしくは新砂だけで中子造型している場合がほとんどである。そうになると、生型ラインで回収される生型廃砂が、中子砂として利用できないため、再生砂自体が余剰状態となってくる。

【0009】

10

20

30

40

50

また、生型廃砂の砂粒表面には、くり返し使用されることによってオーリティック層が生成される。このオーリティック層は、焙焼再生の際にもベントナイトのような無機物が焼結することによって生成される。

【 0 0 1 0 】

焙焼再生時の温度が、600～700 程度であれば、オーリティック層の生成は少ない。ところが、昨今ダイオキシン類排出規制の関係で廃棄物焼却炉に対する行政側の指導が厳しくなり、800 以上での焙焼を余儀なくされている。このような高温では、オーリティック層が生成されやすい。

【 0 0 1 1 】

オーリティック層は、けい砂よりも耐熱性が低いため、注湯時の焼付きや崩壊不良の原因になっている。また、オーリティック層には微細な気孔が多く空いており、C B 法のように液状の粘結剤を用いる鑄造法では、粘結剤が気孔に吸収されるため鑄型の強度が発現しにくいという問題がある。

【 0 0 1 2 】

オーリティック層は、その硬度が高いため後工程での除去が困難である。このような理由から、焙焼後の乾式再生において、過剰に磨くことも考えられるが、そうすることによって、再生砂の歩留まりが悪くなり、かつ廃棄物も増加することとなり、その結果コストアップすることとなる。

【 0 0 1 3 】

加えて、乾式再生により砂粒表面に静電気が発生し、乾式再生で発生した微粉が再び再生砂の表面に付着して、この再生砂をC B 法のような鑄造法に使用した場合、液状粘結材を消費し鑄型の強度発現を妨げるという問題もある。

【 0 0 1 4 】

また、オーリティック層によって砂粒表面の性状が塩基性となるため、フラン法のような酸硬化型自硬性鑄造法には再生砂を使用することが困難であり、一方C B 法のようにアルカリ側で硬化反応する鑄造法では可使時間が短くなり、再生砂単体で使用することは困難である。

【 0 0 1 5 】

また、焙焼された砂は、ベントナイト分をほとんど有していないため土壌改良材（例えば、特許第3006620号：特許文献1）の原料としての再利用はできず、産廃として処理されているのが現状である。

【 0 0 1 6 】

更に、乾式処理に代えて、湿式磨鋳装置を用いた湿式処理による再生方式（特開昭62-227549号公報：特許文献2）も報告されているが、処理時に発生する真っ黒な廃液の処理が更に必要となるという問題がある。

【 0 0 1 7 】

そこで、多大なコストをかけず砂粒表面の不純物を可能な限り除去することで砂粒表面の清浄化を可能にし、更に処理を施したときに発生する廃棄物及び廃液を減少しうる生型廃砂の再生方法の実現が望まれている。

【 0 0 1 8 】

【特許文献1】特許第3006620号

【特許文献2】特開昭62-227549号公報

【非特許文献1】「シェルモールド中子造型に係る技術・技能」の第1-17～1-22頁、発行者：中小企業総合事業団

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 9 】

本発明の発明者等は、このような問題を鑑み、新しい再生方法の開発に取り組んだ結果、焙焼せずに乾式磨鋳と湿式磨鋳を併用することにより、これまでの処理方法よりも廃棄物及び廃液の減少と処理コストの低減を実現し、かつ得られる再生砂は砂粒表面が清浄で、液状の粘結材にも最適であることを意外にも見出し本発明に至った。

10

20

30

40

50

【0020】

かくして本発明によれば、シェル殻を10～40重量%含む生型廃砂を、乾式ロータリークリーマーによる乾式磨鉱を1～5パス施すことで生型廃砂表面に付着している粘土分を主成分とする不純物を80重量%以上除去した後、総粘土分が0.3重量%以下となるようにトラフ式磨鉱装置による湿式磨鉱を1～5パス施すことで、焙焼せずに鑄型用骨材に再生することを特徴とする生型廃砂の再生方法が提供される。

【発明の効果】

【0021】

本発明の再生方法は、生型廃砂を乾式磨鉱に付した後、湿式磨鉱に付している。そのため、乾式磨鉱のみの場合に比べて、廃棄物量を低減でき、その結果、回収率を向上できる。また、湿式磨鉱のみの場合に比べて、廃液量を低減できる。また、本発明の方法で生じた廃棄物は、焙焼を行う場合に比べて、ベントナイト量が多いため、再利用が可能である。よって、本発明の方法は、処理コスト（例えば、使用電気量等）を顕著に低減でき、かつ廃棄物及び廃液量も少ないので、環境にやさしい再生方法である。

10

【0022】

また、本発明の方法で得られた再生砂は、鑄物用砂（特に、シェルモールドやCB法用の砂）として、他の再生方法により得られたどの再生砂よりも、鑄型として使用した場合にその成形強度の向上が期待できる。

更に、本発明の方法で得られた再生砂の色は、乾式再生のみを行った際の再生砂の色に比べて白みがかっている。よって、本発明の再生砂を原料としたレジンコーテッドサンドを使用して鑄型を焼成すれば、レジンの発色による焼成程度の判定しやすさの改善が期待できる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

まず、本発明で処理する生型廃砂は、シェル殻を0～40重量%含んでいる。これはシェル殻を40重量%より多く含むとシェル殻以外の成分に由来する粘土分が少なくなり、焙焼処理してもオーリティック量がわずかとなるため、焙焼方式でも再生砂を得ることが可能なためである。

【0024】

なお、本発明において、生型廃砂は、通常、鑄物工場から回収された廃砂が使用可能である。

30

【0025】

シェル殻は、焙焼方式で除去可能な硬化剤を使用した鑄造法による廃砂を意味する。このような廃砂は、一般に粘土分が少ないため、焙焼によるオーリティック層の生成も少ない。具体的な廃砂としては、フラン鑄造法、フェノール鑄造法、オイルウレタン鑄造法、フェノールウレタン鑄造法、フェノールエステル鑄造法等の自硬性鑄造法、シェル鑄造法、ウォームボックス鑄造法、油鑄造法等の熱硬化性鑄造法、アミンコールドボックス鑄造法、フランSO₂鑄造法、フェノールギ酸メチル鑄造法、フェノールCO₂鑄造法等のガス硬化性鑄造法に由来する廃砂が挙げられる。特に、中子の鑄造に使用されるシェル鑄造法、アミンコールドボックス鑄造法（イソキュアコールドボックス鑄造法）に由来する廃砂を含む生型廃砂が好適に使用できる。

40

【0026】

生型廃砂（シェル殻を含まない廃砂）としては、特に限定されず、当該分野で公知の鑄造法に由来する廃砂を使用できる。生型廃砂は、通常粘土（ベントナイトとも称される）分を鑄型の粘結材として使用しているため、生型廃砂には粘土分を主成分として含む不純物が存在している。ここで、主成分とは、不純物全量に対して、少なくとも90重量%以上を意味し、95重量%以上であることが好ましい。なお、生型廃砂中の粘土分の量は、通常8重量%以上であることが多い。好ましい粘土分の量は、7～15重量%であり、より好ましくは8～13重量%である。

また、粘土分以外の不純物としては、カーボン（主に有機物からなる粘結剤に由来する

50

）や石炭粉（鑄肌の凹凸を改善し且つ鑄型の崩壊性を向上するために使用される）等が挙げられる。

【0027】

生型廃砂（シェル殻も含む）は、特に限定されず、ケイ砂、ジルコン砂、クロマイト砂、及びこれら砂の混合砂等の骨材を用いた鑄造法による発生した廃砂のいずれも使用できる。この内、ケイ砂を骨材とする廃砂に本発明の再生方法を使用することが好ましい。

ケイ砂は、 SiO_2 を主成分（例えば80重量%以上）とするが、これ以外に、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 Cr_2O_3 、 CrO_2 、 MgO 等の他の成分が含まれていてもよい。

【0028】

上記生型廃砂は、乾式磨鋳（乾式再生）に先立って、再生効率を上げるために、大型砂及び微小砂を篩により除去してもよい。特に、本発明の再生方法に付す生型廃砂には、粒度分布が $50 \sim 1000 \mu\text{m}$ の範囲の廃砂を使用することが好ましい。

【0029】

次に、上記生型廃砂は、乾式磨鋳に付される。この磨鋳により生型廃砂表面に付着している粘土分を主成分とする不純物が80重量%以上除去される。不純物の除去率が80重量%より少ない場合、次の湿式磨鋳に付しても不純物を十分に除去することが困難となり、所望の性質の再生砂が得難いので好ましくない。より好ましい不純物の除去率は、90重量%以上である。

【0030】

更に、乾式磨鋳後の総粘土分は、3重量%以下であることが好ましく、2重量%以下であることが特に好ましい。

【0031】

乾式磨鋳に使用できる磨鋳装置としては、特に限定されず、当該分野で使用される磨鋳装置をいずれも使用できる。特に、砂自体の破砕がより少ない、ロータリーリクレーマーが適している。ロータリーリクレーマーとしては、例えば特開昭54-93629号公報に記載された装置を使用できる。また、ロータリーリクレーマーの具体例としては、日本鑄造社製や新東工業社製のロータリーリクレーマーが挙げられる。なお、他の磨鋳装置でも条件を適宜変更することで本発明に使用できる。

【0032】

ロータリーリクレーマーは、一般的に、上部に砂供給口、中央内部に回転ドラム、下部に砂排出口を有する容器と、砂供給口から供給される砂を回転ドラムに均一に供給するための分配器と、磨鋳により生じる微粉を除去するためのファンとからなる。このようなロータリーリクレーマーでは、回転ドラムに供給された砂が、遠心力により互いに衝突することで、磨鋳される。

【0033】

乾式磨鋳は、不純物を80重量%以上除去することができれば、その条件は特に限定されないが、以下の条件であることが好ましい。

【0034】

すなわち、乾式磨鋳装置にロータリーリクレーマーを使用した場合、処理回数を1～5パスとすることが好ましい。ここで、1パスは、 $4 \sim 10 \text{ t / 時}$ の処理量（例えば、 $4 \sim 5 \text{ t / 時}$ ）、 $30 \sim 40 \text{ A}$ の負荷の条件であることが好ましい。

【0035】

なお、6パス以上乾式磨鋳に付した場合、砂自体が破砕されることが多くなり、廃棄物が増えると共に、粒度分布が変化することで、砂自体の特性が変わるおそれがあるため好ましくない。更に、この乾式磨鋳時に発生する不純物を主成分とする廃棄物は、従来のように焙焼処理を施していないためベントナイト分が多く含まれる。そのため土壌改良剤のような他の用途に再利用が可能である。

【0036】

次に、乾式磨鋳後の砂は、総粘土分が0.3重量%以下となるように湿式磨鋳（湿式再生）に付される。その結果、粘土分と共に、砂表面に付着している不純物（主に微粉末）

10

20

30

40

50

をほぼ除去できるため、生型廃砂を鋳型用骨材に再生することができる。加えて、生型廃砂を湿式磨鋳前に乾式磨鋳に付しているため、湿式磨鋳のみに付する場合と比較して、廃液量を約 1 / 5 に減少できる。総粘土分が 0 . 3 重量 % より多い場合、所望の性質の再生砂が得難いので好ましくない。より好ましい総粘土分は、0 . 2 重量 % 以下である。

【 0 0 3 7 】

湿式磨鋳に使用できる磨鋳装置としては、特に限定されず、当該分野で使用される磨鋳装置をいずれも使用できる。特に、不純物除去効率及びコスト面で優れているトラフ式磨鋳装置が適している。トラフ式磨鋳装置としては、例えば特許第 1 7 7 1 7 2 1 号に記載された装置を使用できる。

【 0 0 3 8 】

具体的には、内面が円筒状で、その両端部に投入口と排出口とをそれぞれ設けた円筒容器と、この円筒容器の投入口側壁から容器内部へ、その円筒容器の中心線に沿って片持ちで延設され、外部から回転駆動力を受ける回転軸と、この回転軸の周囲に設けられた羽根群と、排出口を閉塞する蓋と、この蓋が円筒容器の内部から予め設定される圧力以上の圧力を受けると、その蓋を圧力の大きさに対応する開放度にて開放し被磨鋳物を排出し得るよう蓋を閉塞付勢する付勢手段とを備えている。そして、羽根群は、筒体とこの筒体の周囲に等角度の間隔で、投入口から円筒容器内に投入される被磨鋳物を排出口の方向に移送させるべく傾斜させて固定された N (2 枚以上) 枚の概略扇形の羽根とからなる羽根ユニットの複数個が各筒体を交互に $180^\circ / N$ ずつ位相をずらせて前記回転軸に嵌着して一連に接続されている。更に、互いに隣接する 2 個の羽根ユニットの計 $2N$ 枚の羽根が、回

なお、他の磨鋳装置でも条件を適宜変更することで本発明に使用できる。

【 0 0 3 9 】

湿式磨鋳は、総粘土分が 0 . 3 重量 % 以下にできれば、その条件は特に限定されないが、以下の条件であることが好ましい。

すなわち、湿式磨鋳装置にトラフ式磨鋳装置を使用した場合、処理回数を 1 ~ 5 パスとすることが好ましい。ここで、1 パスは、10 ~ 20 t / 時の処理量 (例えば、15 t / 時)、70 ~ 110 A の負荷、90 ~ 96 重量 % のパルプ濃度 (生型廃砂の含有量 : 例えば 95 重量 %) の条件であることが好ましい。

【 0 0 4 0 】

なお、6 パス以上湿式磨鋳に付した場合、処理の必要な廃液量が湿式磨鋳のみの場合と同程度に多くなり、廃液の処理費用がかさむため好ましくない。

【 0 0 4 1 】

上記再生方法により得られた再生砂は、砂粒表面に付着している不純物が少ないため、表面が清浄である。そのため、シェルモールドや C B 法等の鋳造用途において、他の再生処理を施したどの砂よりも鋳造強度を向上できる (例えば、シェルモールド法では約 5 倍、C B 法では約 2 倍)。

【 0 0 4 2 】

なお、乾式磨鋳及び / 又は湿式磨鋳後に、必要に応じて、砂を水洗してもよい。水洗することで、より不純物の少ない再生砂を得ることができる。

【 0 0 4 3 】

得られた再生砂の粒度分布は、鋳造法や鋳造物により異なるが、通常 50 ~ 850 μm の範囲であることが好ましい。更に、再生砂の粒形係数は 1 . 3 以下であることが好ましい。

【 0 0 4 4 】

また、再生砂は、オーリティック層が少なく、該層由来の課題が少ないため、鋳造用の骨材として使用することが好ましい。再生砂を使用する鋳造法は、生型や中子の鋳造法等、特に限定されないが、シェルモールドや C B 法に使用した場合、他の再生処理に付したどの砂よりも成形強度を向上できるため好ましい。

【 0 0 4 5 】

シェルモールド法では、再生砂とフェノール樹脂を 130 ~ 160 で混練してレジンコーティッドサンド(RCS)とし、RCSを硬化剤(例えば、ヘキサメチレンテトラミン)と混合した後、加熱硬化させて鑄型を得ることができる。

【0046】

一方、CB法では、フェノール樹脂を混合した再生砂にポリイソシアネートを添加し、得られた砂に硬化剤(例えば、トリエチルアミン)を通ガスさせることで硬化させて鑄型を得ることができる。

更に、本発明の方法で得られた再生砂の色は、乾式再生のみを行った際の再生砂の色に比べて白みがかっている。ここで、白みがかるとは、鑄型の形成に使用される前のいわゆる新砂の色に近い色になることを意味する。白みがかかる原因は、廃砂中に存在するカーボン(主に有機物からなる粘結剤に由来する)や石炭粉(鑄肌の凹凸の改善や鑄型の崩壊性の向上のために使用される)等の黒色成分が、主に湿式再生により除去されるためであると考えられる。また、湿式再生の回数が同一であれば、湿式再生のみを行った際の再生砂より、本発明の方法で得られた再生砂の方が、その色が白みがかっていることが予想される。

10

上記から、本発明の再生砂を原料としたレジンコーティッドサンドを使用して鑄型を焼成すれば、色による焼成程度の判定しやすさの改善が期待できる。なお、従来は、焼成程度の判定を容易にするために、新砂のみ(再生砂を使用しない)又は再生砂に新砂を混合した混合砂が使用されてきたが、本発明の再生砂は、従来より白みがかっているため、新砂の使用量を削減することができる。

20

【実施例】

【0047】

以下実施例により本発明を更に詳細に説明するが、以下の実施例は単なる例示であり、これら実施例により本発明は限定されることはない。なお、以下の実施例において、シェル殻0%の場合の例は参考例である。

【0048】

実施例1

実施例1で使用する生型廃砂の総粘土分量と有機粘結剤のような有機成分の付着物量の比較を表1に、焙焼・乾式磨鋳と本発明の再生方法に付した際のオーリティック量と総粘土分の比較を表2に示す。

30

【0049】

再生方法の条件は、本発明は、乾式磨鋳3パス/湿式磨鋳1パスとし、

焙焼・乾式磨鋳処理は、焙焼処理(800)/乾式磨鋳8パスとした。

【0050】

ここで、乾式磨鋳装置には、ロータリーリクレーマー(日本鑄造社製ロータリーリクレーマーM)を使用し、1パスは、4.5t/時の処理量、30~40Aの負荷、3分間の処理時間の条件とした。一方、湿式磨鋳装置には、トラフ式磨鋳装置(山川産業社製トラフ式磨鋳機)を使用し、1パスは、15t/時の処理量、70~110Aの負荷、30秒間の処理時間、95重量%のバルブ濃度の条件とした。

【0051】

なお、総粘土分はJIS Z 2601に準じて測定した。有機成分の付着物量は、赤外線吸収法(LECO社製の赤外線吸収測定器使用)により測定されたC含有量で表した。オーリティック量はTJFS-210(日本鑄造工学会:シリカプログラム試験)に準じて測定した。

40

【0052】

【表 1】

	総粘土分 (重量%)	有機成分の付着物量 (C 重量%)
生型廃砂 (シェル殻0重量%含)	12.1	0.00
生型廃砂 (シェル殻10重量%含)	9.7	0.28
生型廃砂 (シェル殻40重量%含)	7.6	0.99
生型廃砂 (シェル殻50重量%含)	4.5	1.45

10

【0053】

上記表 1 から、シェル殻が増えるに従い、生型廃砂に由来する総粘土分が減少し、シェル殻に由来する有機成分が増加することがわかる。

【0054】

【表 2】

分析項目	総粘土分 (重量%)		オーリティック量 (重量%)	
再生処理方式	本発明 方式	焙焼・ 乾式磨鋳方式	本発明 方式	焙焼・ 乾式磨鋳方式
生型廃砂 (シェル殻0重量%含)	0.2	0.6	3.2	11.4
生型廃砂 (シェル殻10重量%含)	0.2	0.5	3.0	10.2
生型廃砂 (シェル殻40重量%含)	0.2	0.4	2.7	6.5
生型廃砂 (シェル殻50重量%含)	0.1	0.1	2.3	3.6

20

【0055】

上記表 2 から、本発明方式の方が得られた再生砂の総粘土分が少なく、その結果、オーリティック量も少ないことがわかる。

【0056】

実施例 2 ~ 4 及び比較例 1 ~ 4

本発明の再生方法 (実施例 2 ~ 4) と他の再生方法 (比較例 1 ~ 4) を施した場合の廃液量を比較した。

【0057】

某鋳物工場から回収された生型廃砂 (シェル殻 0 %) を原料として、乾式・湿式磨鋳を併用して処理を施した本発明の再生砂と、従来の再生方法である乾式磨鋳法、湿式磨鋳法及び流動焙焼・乾式磨鋳法のそれぞれの処理を施した再生砂に対して比較を行った。乾式磨鋳及び湿式磨鋳に使用した磨鋳機は、実施例 1 と同じものを使用し、磨鋳条件も実施例 1 と同様とした。焙焼温度は約 800 とした。

40

廃液量を表 3 に示す。

【0058】

【表 3】

		廃液量
比較例 1	焙焼・乾式 8 パス	—
比較例 2	乾式 12 パス	—
比較例 3	湿式 3 パス	300m ³ /h
実施例 2	乾式 1 パス・湿式 1 パス	62m ³ /h
実施例 3	乾式 1 パス・湿式 3 パス	155m ³ /h
実施例 4	乾式 1 パス・湿式 5 パス	234m ³ /h
比較例 4	乾式 1 パス・湿式 6 パス	293m ³ /h

10

【0059】

表 3 から、実施例 2 ～ 4 の再生方法は、乾式磨鋳のみの場合と比べて廃液量が多いが、従来の湿式磨鋳のみの場合と比べて廃液量を少なくすることができる。

20

【0060】

実施例 5 ～ 10 及び比較例 5 ～ 16

本発明の再生方法（実施例 5 ～ 10）と他の再生方法（比較例 5 ～ 16）を施した場合の再生砂の粒度分布及び回収率を比較した。生型廃砂は実施例 2 と同じ砂を使用した。乾式磨鋳及び湿式磨鋳に使用した磨鋳機は、実施例 1 と同じものを使用し、磨鋳条件も実施例 1 と同様とした。焙焼温度は約 800 とした。

【0061】

なお、粒度分布は J I S Z 2601 に準じて測定した。また、A F S 指数は、値が大きいほど粒度が細かいことを表すアメリカの規格であり、Foundry Sand Handbook, Sixth Edition, p. 36 (1952) に記載された方法に準じて測定した。また、回収率は磨鋳処理前の原砂の重量に対する処理後の再生砂の重量の比率を意味する。

30

【0062】

再生砂の粒度分布及び回収率を表 4 に示す。表 4 中、粒度分布の測定値は、重量 % を意味する。また、t r は痕跡量を、P a n は 53 μm 以下の微粉末を意味する。

【0063】

【表 4】

供試砂	μm MESII	原砂 (乾燥品)	850	600	425	300	212	150	106	75	53	—		AFS 指数	回収率 (%)
			20	28	36	50	70	100	140	200	280	Pan	0.1		
実施例 5		乾式 1 パス・湿式 1 パス	0.1	0.6	8.4	26.7	24.8	26.6	10.2	2.4	0.2	0.1	0.1	58.6	—
実施例 6		乾式 2 パス・湿式 1 パス	t r	0.4	7.5	26.1	25.1	26.7	10.9	2.8	0.4	0.1	0.1	59.9	88
実施例 7		乾式 3 パス・湿式 1 パス	t r	0.4	7.3	25.8	25.2	26.6	11.5	2.7	0.5	t r	t r	60.1	86
実施例 8		乾式 3 パス・湿式 3 パス	t r	0.3	7.6	25.0	24.5	27.6	12.0	2.2	0.8	t r	t r	60.4	84
実施例 9		乾式 3 パス・湿式 5 パス	t r	0.3	7.6	25	24.2	27.7	12.3	2.1	0.7	0.1	0.1	60.6	79
比較例 5		乾式 3 パス・湿式 6 パス	t r	0.3	7.7	24.7	24.2	27.9	12.1	2.2	0.9	0	0	60.9	75
実施例 10		乾式 5 パス・湿式 1 パス	t r	0.3	7.4	24.8	24.8	26.4	12.4	3.0	0.9	t r	t r	61.5	81
比較例 6		乾式 6 パス・湿式 1 パス	t r	0.2	5.1	21.9	21.4	27.8	16.3	5.4	1.8	0.1	0.1	68.3	75
比較例 7		乾式 1 パス	t r	0.5	8.2	26.3	24.9	26.6	10.8	2.4	0.2	0.1	0.1	59.0	94
比較例 8		乾式 3 パス	t r	0.4	8.0	25.9	25.3	26.1	11.2	2.5	0.5	0.1	0.1	59.8	91
比較例 9		乾式 5 パス	t r	0.3	7.6	25.1	24.7	26.4	12.2	2.8	0.8	0.1	0.1	61.2	87
比較例 10		乾式 6 パス	t r	0.3	5.4	22.2	21.6	27.2	16.1	5.5	1.6	0.1	0.1	67.7	85
比較例 11		乾式 9 パス	t r	0.2	5.1	22.0	23.0	25.8	16.1	6.0	1.7	0.1	0.1	68.1	75
比較例 12		乾式 12 パス	t r	0.3	5.0	22.4	22.8	26.0	15.9	5.9	1.5	0.2	0.2	67.9	72
比較例 13		湿式 1 パス	t r	0.3	7.7	26.6	24.9	26.5	10.9	2.6	0.4	0.1	0.1	59.7	85
比較例 14		湿式 2 パス	t r	0.3	7.0	25.8	27	25.7	10.8	2.9	0.5	t r	t r	59.8	81
比較例 15		湿式 3 パス	t r	0.2	6.1	26.6	28.5	25.6	10.2	2.2	0.6	t r	t r	59.2	78
比較例 16		焙焼・乾式 8 パス	t r	0.3	5.1	25.5	26.5	25.3	13.4	3.3	0.6	t r	t r	62.0	79

【 0 0 6 4 】

上記表 4 から、乾式磨鉱及び湿式磨鉱のいずれも回数を増やすことで、原砂と比較して、AFS 指数が大きくなり、かつ回収率が下がることがわかる。特に乾式磨鉱を 6 パス以上行うことで、AFS 指数が顕著に大きくなり、回収率が大きく下がることがわかる。

【 0 0 6 5 】

次に、表 4 に示す再生砂の粒形係数、酸消費量、pH、総粘土分、I g - L o s s、オーリティック量及び化学成分を表 5 に示す。

【 0 0 6 6 】

なお、粒径係数は、砂表面積測定器（ジョージ・フィッシャー社（スイス製））を用いて測定した。酸消費量は、J A C T 試験法 S - 4（鋳物砂の酸消費量試験法）に準拠し、

10

20

30

40

50

終点をpH5として測定した。pHは、J A C T試験法S - 3（鑄物砂のpH試験法）に準拠し、測定温度25.2、pH5.89の精製水を使用した測定した。総粘土分は、J I S Z 2601に準じて測定した。I g - L o s sは、J A C T試験法S - 2に準じて測定した。オーリティック量は、T J F S - 210（日本鑄造工学会シリカプログラム試験）に準じて測定した。化学成分は、蛍光X線分析装置（リガク社製）を用いて測定した。

【0067】

【表5】

供試砂	粒形 係数	酸消費量 (ml/50g)	pH	総粘土分 (重量%)	I g - L o s s (重量%)	オーリティック量 (重量%)	化学成分 (重量%)		
							SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃
原砂 (乾燥品)	1.50	42.4	9.26	12.1	0.78	21.2	87.23	4.11	2.36
実施例5	乾式1パス・湿式1パス	7.5	7.91	0.2	0.57	4.2	92.47	2.63	1.85
実施例6	乾式2パス・湿式1パス	7.3	7.71	0.2	0.42	3.8	92.58	2.60	1.85
実施例7	乾式3パス・湿式1パス	7.0	7.63	0.2	0.32	3.2	92.81	2.57	1.82
実施例8	乾式3パス・湿式3パス	6.8	7.50	0.2	0.29	2.1	92.92	2.49	1.81
実施例9	乾式3パス・湿式5パス	6.7	7.49	0.2	0.28	2.0	92.97	2.45	1.81
比較例5	乾式3パス・湿式6パス	6.7	7.49	0.2	0.27	1.9	92.98	2.44	1.80
実施例10	乾式5パス・湿式1パス	6.7	7.50	0.1	0.28	1.8	93.00	2.40	1.68
比較例6	乾式6パス・湿式1パス	6.7	7.49	0.1	0.27	1.8	93.05	2.40	1.65
比較例7	乾式1パス	9.9	9.21	2.4	0.83	13.2	90.56	2.93	1.95
比較例8	乾式3パス	9.5	9.20	2.1	0.77	12.2	90.96	2.91	1.91
比較例9	乾式5パス	9.0	8.94	1.7	0.58	10.9	91.80	2.69	1.78
比較例10	乾式6パス	8.8	8.86	1.2	0.53	10.1	92.48	2.48	1.68
比較例11	乾式9パス	8.2	8.08	1.0	0.40	6.9	92.69	2.25	1.61
比較例12	乾式12パス	7.2	7.76	0.5	0.25	4.2.7	93.43	2.03	1.51
比較例13	湿式1パス	7.6	7.48	0.2	0.70	7.1	91.38	2.78	1.86
比較例14	湿式2パス	7.0	7.51	0.2	0.46	5.0	91.72	2.54	1.81
比較例15	湿式3パス	7.0	7.45	0.0	0.25	4.0	92.68	2.47	1.67
比較例16	焙焼・乾式8パス	32.5	7.77	0.6	0.02	11.4	91.46	3.24	2.10

【0068】

表5から、実施例5～10の再生方法は、比較例7～12の乾式磨鉢のみの再生方法と

10

20

30

40

50

比較して、粒形係数が小さいため、より球に近く、酸消費量及び総粘土分が少ないことがわかる。更に、比較例 12 の乾式磨鋳を 12 パス行うことで得られる pH 及びオーリティック量を、実施例 5 に示すように 1 パスの乾式及び 1 パスの湿式で実現することができ、回収率も高く（表 4 参照）、本発明の再生方法が極めて少ない磨鋳回数で効率的に再生砂を製造できることがわかる。

【0069】

また、実施例 5 ~ 10 の再生方法は、比較例 13 ~ 15 の湿式磨鋳のみの再生方法と比較して、粒形係数が小さいため、より球に近く、オーリティック量が少ないことがわかる。

【0070】

更に、実施例 5 ~ 10 の再生方法は、比較例 16 の焙焼・乾式磨鋳の再生方法と比較して、粒形係数、酸消費量、pH、総粘土分、オーリティック量において優れていることがわかる。

【0071】

なお、比較例 5 と 6 は、表 5 に示す値においては、実施例 5 ~ 10 の再生方法と比較して遜色はないが、表 4 に示されているように回収率が劣っている。

【0072】

また、実施例 5 ~ 10 の再生方法は、化学成分の内、 SiO_2 の割合が、原砂の SiO_2 量より高くなっていることから、不純物が除去されていることがわかる。

【0073】

次に、実施例 5 ~ 10 及び比較例 5 ~ 16 の再生砂をシェルモールド法及び CB 法で鑄型を造型し、それぞれの抗折力を測定した。具体的な造型方法及び抗折力測定方法を下記する。

【0074】

（シェルモールド法）

造型用原料の組成

骨材（再生砂）	: 5 kg / バッチ
フェノール樹脂（旭有機材工業社製 SP615U）	: 2.0 重量% / 骨材
ヘキサメチレンテトラミン	: 15.0 重量% / 骨材
水	: 1.5 重量% / 骨材
ステアリン酸カルシウム	: 0.06 重量% / 骨材

造型方法は、まず、骨材とフェノール樹脂とを 130 ~ 160 で混合して、樹脂被覆砂とし、この砂にヘキサメチレンテトラミン、水及びステアリン酸カルシウムを混練し、混練物を所定の形に 250 に加熱しつつ造型することで鑄型を得た。

【0075】

得られた鑄型に JACT 試験法 SM - 1 に準じて 3 点曲げ強さ試験を実施することで抗折力を測定した。測定結果を図 1 に示す。

【0076】

（CB 法）

造型用原料の組成

骨材(再生砂)	: 2.5 kg / バッチ
フェノール樹脂（旭有機材工業社製 CB - PTS）	: 1.0 重量% / 骨材
ポリイソシアネート（旭有機材工業社製 CB - MTS）	: 1.0 重量% / 骨材

【0077】

造型方法は、JACT 試験法 GM - 2 に準じる。具体的には、まず、骨材、フェノール樹脂及びポリイソシアネートとをケンウッドミキサーを使用して混練し（ミキサー回転数 100 rpm、混練時間 45 秒）、得られた混練物を 1.5 kgf / cm^3 の圧力で 3 秒間空気を吹き付けることで所定の形に造型し（ブロー工程）、次いでトリエチルアミンをバブリングしガス化させた後、ガス化したトリエチルアミンを 0.3 kgf / cm^3 の圧力で 0.3 秒間通ガスさせること（ガッシング工程）で、フェノール樹脂及びポリイソシ

10

20

30

40

50

アネートとのウレタン反応により硬化させ、 0.7 kg f / cm^3 の圧力で10秒間空気を吹き付けてトリエチルアミンを除去することで鑄型を得た（パージ工程）。なお、混練及び通ガス時の雰囲気温度及び再生砂の温度を20とし、湿度を50%とした。得られた鑄型を混練後24時間放置した後、抗折力を測定する。

【0078】

得られた鑄型にJ A C T試験法S M - 4に準じて3点曲げ強さ試験を実施することで抗折力を測定した。測定結果を図2に示す。

図1及び2から以下のことがわかる。

【0079】

実施例5～10の再生方法は、比較例7～11の乾式磨鋳（9パス以内）のみの再生方法及び比較例13と14の湿式磨鋳（2パス以内）の再生方法よりも極めて優れた抗折力の鑄型を得ることができている。これは、実施例5～10による再生砂は、比較例7～11及び13と14による再生砂よりも、鑄型の硬化を阻害するオーリティック分の量が少ないことによるものと考えられる。

10

【0080】

比較例12の乾式磨鋳のみの再生方法は、実施例5～10と同程度の抗折力が得られているが、表4に示すように、回収率が低いという問題がある。

【0081】

比較例16の焙焼・乾式磨鋳による再生方法では、オーリティック量が多いため、実施例5～10よりも抗折力が劣っている。

20

【0082】

比較例15の湿式磨鋳3パスによる再生方法では、再生砂の性質は、比較的高いが、該砂を得るための歩留りや、生じる廃液量が多く、再生にコストがかかるという課題を有している。

【0083】

上記のように実施例5～10の再生方法によれば、砂表面の不純物のほとんどが除去されており、シェルモールド法及びC B法に適した鑄物砂を得ることができる。

【0084】

表1～5及び図1と2より、実施例1～5の再生方法は、比較例に示す他の方法と比較して、低コストで十分な処理効果を得ることができ、かつ廃棄物量も低減できる。つまり、実施例1～5では、相反する効果を同時に実現しているもので他に類をみないものである。また、実施例1～5で得られる再生砂は、鑄物砂に要求される条件を十分満足している。

30

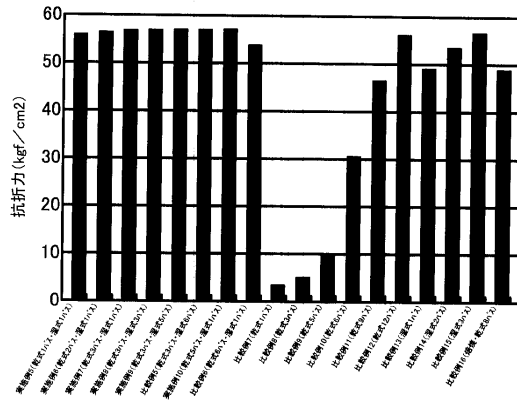
【図面の簡単な説明】

【0085】

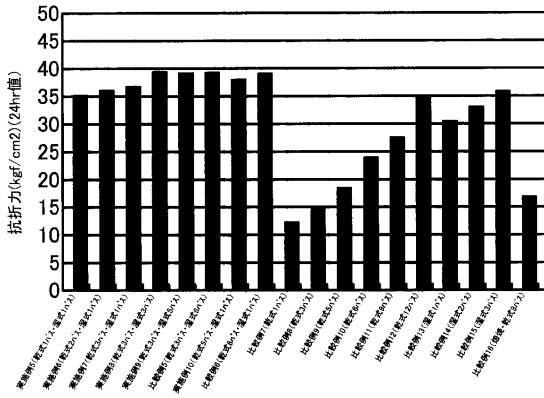
【図1】実施例及び比較例による再生砂の抗折力を示すグラフである（シェルモールド法）。

【図2】実施例及び比較例による再生砂の抗折力を示すグラフである（C B法）。

【図 1】



【図 2】



フロントページの続き

- (72)発明者 俵田 隆之
兵庫県尼崎市西長州町1丁目3番27号 山川産業株式会社内
- (72)発明者 袖岡 毅志
兵庫県尼崎市西長州町1丁目3番27号 山川産業株式会社内

審査官 小柳 健悟

- (56)参考文献 特開昭62-227549(JP,A)
特開昭54-093629(JP,A)
特開昭62-224443(JP,A)
特開平09-323138(JP,A)
実開昭59-094745(JP,U)
特開平06-285583(JP,A)
特開昭62-183933(JP,A)
特開平11-188454(JP,A)
特開昭53-071628(JP,A)
特開平01-066041(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
- | | |
|------|-------|
| B22C | 5/00 |
| B22C | 9/02 |
| B22C | 9/12 |
| C04B | 33/02 |