

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5533690号
(P5533690)

(45) 発行日 平成26年6月25日(2014.6.25)

(24) 登録日 平成26年5月9日(2014.5.9)

(51) Int.Cl.

E O 1 C 3/00 (2006.01)

F I

E O 1 C 3/00

請求項の数 4 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2011-8220 (P2011-8220)
 (22) 出願日 平成23年1月18日(2011.1.18)
 (65) 公開番号 特開2012-149425 (P2012-149425A)
 (43) 公開日 平成24年8月9日(2012.8.9)
 審査請求日 平成25年2月12日(2013.2.12)

(73) 特許権者 000006655
 新日鐵住金株式会社
 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号
 (74) 代理人 100132230
 弁理士 佐々木 一也
 (74) 代理人 100082739
 弁理士 成瀬 勝夫
 (74) 代理人 100087343
 弁理士 中村 智廣
 (74) 代理人 100110733
 弁理士 鳥野 正司
 (72) 発明者 赤司 有三
 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新
 日本製鐵株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 土木工事用粒状材料

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

古紙再生処理で排出される排水処理汚泥から水分を取り除いたペーパースラッジと、水と土粒子を含んで含水比が質量ベースで40%以上250%以下の泥土と、製鋼スラグとを混練して、製鋼スラグの表面に泥土中の土粒子を付着させて粒状体を形成すると共に、泥土中の水分をペーパースラッジに吸収させて得られたことを特徴とする土木工事用粒状材料。

【請求項 2】

泥土中の水分に対するペーパースラッジの質量比(ペーパースラッジ/泥土中の水分)が0.4以上である請求項1に記載の土木工事用粒状材料。

【請求項 3】

泥土と製鋼スラグの合計量における製鋼スラグの配合が、1m³あたり500kg以上含まれる請求項1又は2に記載の土木工事用粒状材料。

【請求項 4】

突き固め工法による締め固めにより、盛土、道路用路盤材、又は仮設用路盤を形成することができる請求項1～3のいずれかに記載の土木工事用粒状材料。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、土木工事で用いることができる粒状材料に関し、詳しくは、古紙再生処理で

10

20

排出されるペーパースラッジと、水と土粒子を含んで含水比が質量ベースで40%以上250%以下の泥土（以下、本明細書においては、「高含水比泥土」と言う場合がある）と、製鋼スラグとを用いて形成した土木工事用粒状材料に関する。

【背景技術】

【0002】

再生紙を用いた古紙再生処理で排出される排水処理汚泥の取扱いが問題となっている。この排水処理汚泥には、紙繊維であるセルロース等の有機成分と、フィラーとして添加された粘土質の無機成分とが含まれるものの、約6割が水であるため輸送にコストがかかり、また、その有効な再利用技術が十分確立されていないことから、これまで、脱水処理や焼成によって水分を取り除いたペーパースラッジを一部肥料に使用したり、セメント等の増粘材に使用したりするほかは、埋め立て処分されている。

10

【0003】

また、掘削等の建設工事で排出される建設排土や、航路、泊地、河川等の浚渫により生ずる浚渫土は、古紙再生処理で排出される処理汚泥と同様、土粒子と共に高い含水比で水を含んでいることから、その処分が問題となっている。

【0004】

そこで、古紙再生処理で排出された汚泥と、建設排土や浚渫土等の高含水比泥土とを、同時に処理する方法として、排水処理汚泥を流動性焼却炉等で焼成し、その焼成灰を高含水比泥土に混ぜる方法が提案されている（特許文献1～3参照）。泥土の含まれる水分を焼却灰に吸わせて脱水することで、トラック等で運搬可能な程度の強度に改良することができ、いわゆる強度改良土として、埋め戻し材に利用したり、モルタル等に添加して使用することも可能になる。

20

【0005】

一方、古紙再生処理で排出された汚泥と、建設排土や浚渫土等の高含水比泥土とを用いて、所定の一軸圧縮強度を有した資源材料として有効活用できるようにする技術も報告されている。例えば、古紙再生処理で排出された汚泥から水分を取り除いたものを高含水比泥土に添加し、これにセメント系固化材を加えて養生し、固化成形させる方法や（特許文献4参照）、水分を取り除いた排水処理汚泥を高含水比泥土に添加して、これにセメント系固化材と碎石とを加えて造粒機で造粒し、所定期間養生させて、造粒物からなる土木工事用の基礎材料を得る方法などである（特許文献5参照）。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】特開平5-106218号公報

【特許文献2】特開平6-285498号公報

【特許文献3】特開2009-67899号公報

【特許文献4】特開2007-197902号公報

【特許文献5】特開2010-24771号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

40

【0007】

ところで、セメントは、水との反応によって固まりだし、経時的に固化する材料であり、上記特許文献4や特許文献5に係る技術は、このセメントの水和固化反応を利用する。そのため、実際に特許文献4では、古紙再生処理で排出される汚泥から水分を取り除いたペーパースラッジで、高含水比泥土を脱水し、これらにセメント系固化材を加えたと同時に、型枠等を使って固化成形しなければならない。そして、例えば盛土を形成する土木工事に利用したいと考えた場合には、工事現場で利用する前に、固化成形したものを所定の形状に粉碎処理する必要がある。一方、特許文献5の技術は、ペーパースラッジで高含水比泥土を脱水し、セメント系固化材を介して、これらを碎石に付着させて造粒するものである。そのため、得られた造粒物をヤード等で長期間保管すると造粒物同士が固結するお

50

それがあり、盛土を形成する工程にあわせて、このような材料を用意する必要がある。

【 0 0 0 8 】

上記のように、古紙再生処理で排出される排水処理汚泥と、建設排土や浚渫土等の高含水比泥土とを使って、土木工事用の資源材料を得る技術において、セメント系固化材を使用する場合には、その添加と同時に固化が始まることから、実際の施工現場の進捗に合うように、原料を混合（調合）したり、固化成形された後に別途処理して施工にあった材料に形成する必要がある。

【 0 0 0 9 】

そこで、本発明者等は、古紙再生処理で排出される排水処理汚泥と、建設排土や浚渫土等の高含水比泥土とを使って、土木工事用の資源材料に再利用できるようにする上で、盛土や道路用路盤材等の施工の進捗に影響されずに用意することができ、また、必要なときに必要な分だけ直ちに使用することができるような材料を得るべく鋭意検討した結果、製鋼スラグと高含水比泥土との水和固化性を利用することで、これらの問題を全て解決できることを見出し、本発明を完成した。

【 0 0 1 0 】

したがって、本発明の目的は、事前の製造によりヤード等で長期に保管することが可能であり、かつ、保管した状態のまま、盛土等の施工に直ちに使用することができる土木工事用粒状材料を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 1 】

すなわち、本発明は、古紙再生処理で排出される排水処理汚泥から水分を取り除いたペーパースラッジと、水と土粒子を含んで含水比が質量ベースで40%以上250%以下の泥土と、製鋼スラグとを混練して、製鋼スラグの表面に泥土中の土粒子を付着させて粒状体を形成すると共に、泥土中の水分をペーパースラッジに吸収させて得られたことを特徴とする土木工事用粒状材料である。

【 0 0 1 2 】

本発明において原料に使用するペーパースラッジは、再生紙を用いた古紙再生処理で排出される排水処理汚泥から得られるものであって、流動性焼却炉等で焼成したものや、ロータリードライヤー等で脱水して乾燥させたものなど、排水処理汚泥の主成分である水分を取り除いたものである。

【 0 0 1 3 】

また、高含水比泥土は、水と土粒子を含んだものであり、例えば、浚渫土や建設排土等を使用することができる。このうち、浚渫土は、港湾、河川、運河等の航路や泊地を掘る目的や、河川、湖沼、ダム等の水底や海底の汚泥・底質汚染を除去する目的等を含め、総じて浚渫作業により生じたものである。また、建設排土は、掘削等の建設工事で排出されるものである。これらはいずれも、その高い含水比により、ダンプトラック等に山積みして搬送するのが困難であったり、その上を人が歩けない程度のものであって、本発明ではこのような高含水比泥土を利用するが、具体的には、泥土に含まれる水と土粒子の質量比率（水／土粒子）から求められる含水比が40%以上250%以下のものを使用する。

【 0 0 1 4 】

また、製鋼スラグは、鉄鋼製造プロセスで副産物として産出されるものであり、転炉や電気炉等の製鋼炉において、銑鉄やスクラップから不要な成分を除去して、靱性・加工性のある鋼にする製鋼工程で生じる石灰分を主体としたものである。例えば、転炉スラグ、予備処理スラグ、脱炭スラグ、脱燐スラグ、脱硫スラグ、脱珪スラグ、電気炉還元スラグ、電気炉酸化スラグ、二次精錬スラグ、造塊スラグ等を挙げることができ、製鋼スラグは1種からなるものを使用してもよく、2種以上を混合したものを使用してもよい。

【 0 0 1 5 】

本発明では、図1に示したように、原料を混練して、製鋼スラグ1の表面に泥土中の土粒子2を付着させ、製鋼スラグを核にして多数の粒状体3を形成させる。その際、泥土中の水分はペーパースラッジ4に吸収させるようにして、粒状材料とする。そのため、製鋼

10

20

30

40

50

スラグは、泥土中の土粒子より大きな粒径のものをを用いるのが良いが、好ましくは最大粒径が5 mm以上のものを使用するのが良い。また、この粒状体を含んだ本発明の粒状材料を突き固め工法等で締め固めた際、その形状が維持されるような強度を発現せしめるために、好ましくは、粒度分布を有した製鋼スラグを用いるのが良い。更に、製鋼スラグは、スラグ中に存在する遊離石灰と水とが反応して膨張する性質を有することから、自然エージングや蒸気エージング等のいわゆるエージング処理を施した製鋼スラグを用いるようにしても良い。なお、図1では、便宜上、ペーパースラッジ4を粒状体3から離して描いているが、粒状体3の表面にペーパースラッジ4が付着することは勿論のこと、ペーパースラッジ4を介して、製鋼スラグ1の表面に土粒子2が付着して粒状体3が形成されるような場合も含まれる。

10

【0016】

原料を混練する際には、高含水比泥土の水分をペーパースラッジで確実に脱水できるようにすると共に、製鋼スラグの表面に泥土中の土粒子を付着させて粒状体が形成されるようにするために、好ましくは、モルタルミキサー等のような1軸又は2軸強制練りの機械式ミキサーを使用するのが良い。混練時間については、混練する原料の量や用いるミキサーの種類等によっても異なるが、例えばモルタルミキサーを用いて混練する場合、一般には1～2分間程度行えば、原料が十分に混練されて、ペーパースラッジによる脱水や、製鋼スラグを核にした粒状体の形成が可能となる。なお、本発明では、原料の混練のみによって粒状の土木工事用材料を得るものであり、いわゆる造粒機を使用したり、団粒構造を作り出すための改良剤・助剤といった薬剤を使用したりすることなく、粒状材料を得ることが出来る。

20

【0017】

本発明では、原料を混練して、泥土中の水分をペーパースラッジに吸わせながら、製鋼スラグの表面に泥土に含まれた土粒子を付着させて粒状体を形成し、粒状材料を得る。このような粒状体が形成されるメカニズムについて、現段階で本発明者等が推測するには、製鋼スラグに含まれる未反応のカルシウム分(CaO)と泥土に含まれるシリカ分(SiO_2)とが、泥土中の水を介して反応すると考えられる。そして、水分を吸ったペーパースラッジが粒状体同士の隙間を埋めるようにして、本発明の粒状材料を構成する。

【0018】

ここで、原料が混練される際、泥土中の水分は、先ず、上述したようにペーパースラッジに吸われる(一部は製鋼スラグにも吸収される)。このような状態の水分は粉体工学的に拘束水と称される。ところが、ペーパースラッジによる泥土中の水分の吸収が不十分であると、吸収しきれない水分が粒状体のまわりに存在するようになり、このような水は、粒状体やペーパースラッジと相互作用をせず自由に移動できるようになることから、自由水と称される。そして、混練後の原料のなかにこのような自由水が存在すると、一部は当然に乾燥によって蒸発するが、蒸発せずに残ってしまうと製鋼スラグの弱い水硬性が作用して粒状体同士が固結し、こぶし大程度の塊(塊状体)が形成されてしまうおそれがある。そのため、自由水が形成されないように、混練する原料におけるペーパースラッジと高含水比泥土との配合割合を調整するのが良く、好適には40 mm以下の粒状体からなる粒状材料が得られるようにするのが良い。

30

40

【0019】

原料を混練する際には、泥土中の水分に対するペーパースラッジの質量比(ペーパースラッジ/泥土中の水分)が0.4以上、好ましくは0.5以上となるようにして、これをひとつの目安として配合割合を調整するのが良い。但し、泥土中の水分の一部は製鋼スラグにも吸収されるため、実際には、40 mm以下の粒状体からなる粒状材料が得られるように、適宜調整するのが望ましい。なお、泥土中の水分に対してペーパースラッジが相対的に多くなる分には、粒状体同士の固結のおそれはなくなるため、本発明の粒状材料を得る上で大きな障害にはならず、その場合には製鋼スラグの添加量を増やすことで対応可能である。

【0020】

50

また、製鋼スラグの添加量については、粒状体を形成する泥土中の土粒子との関係によって決めることができる。具体的には、泥土の含水比が質量ベースで40%以上250%以下である場合、泥土（水分を含む）と製鋼スラグの合計量における製鋼スラグの割合として、泥土と製鋼スラグの混合物1m³あたり100kg以上であるのが良く、好ましくは500kg以上1500kg以下であるのが良い。

【0021】

原料を混練して得られた直後の粒状材料は、湿り気を有して、いわゆる粒の小さな泥団子の集まりのような状態であるが、その後、乾燥して粒度分布を有した粒状材料になる。得られた粒状材料のなかには、ペーパースラッジを介して粒状体同士がまとまる様子も一部確認されるが、手で持つと解れるような状態であって、粒状体同士が固結して粉砕が必要な程度の塊を形成するようなことはない。そのため、原料を混練して得られた直後の粒状材料をそのままヤード等に持ち運べば、3～7日程度の自然乾燥によって湿り気がなくなり、その後、薬剤の添加等の処理を必要とせずそのまま長期保管が可能である。そして、盛土の形成等で必要なときにも粉砕等の処理を特に必要とせず、運搬して直に使用することができる。

10

【0022】

本発明の土木工事用粒状材料は、製鋼スラグを核にして土粒子が付着した粒状体を含み、これらは固結せず、しかも、適度な粒度分布を有するため、例えば突き固め工法による締め固めによって強度を発現し、その形状を維持することができる。そのため、例えば、道路、堤防等の盛土に使用することができるほか、道路等の路盤材や仮設用路盤等としても使用することができる。

20

【発明の効果】

【0023】

本発明の土木工事用粒状材料は、製鋼スラグと土粒子が粒状体を形成し、ペーパースラッジを含んだ粒状材料の状態得られるため、ヤード等に長期に保管しても固結するおそれもなく、必要なときに必要な分だけ取り分けて使用することができる。そのため、実際の施工現場近くでの製造や、工事の進捗に合わせて製造が求められたりするようなことなく、工事現場から離れて製造し、また、貯蔵しておくことが可能である。しかも、本発明の土木工事用粒状材料は、締め固めて適度な強度を発現するため、種々の土木工事用材料として極めて有用なものである。

30

【図面の簡単な説明】

【0024】

【図1】図1は、本発明の粒状材料について説明する模式図である。

【図2】図2は、試験用材料を得る際に用いた製鋼スラグの粒度分布を示すグラフである。

【図3】図3は、試験用材料を得る際に原料を混練するのに用いたモルタルミキサーの写真である。

【図4】図4は、混練直後の試験用材料の様子を示す写真である（試験No.1～3）。

【図5】図5は、混練直後の試験用材料の様子を示す写真である（試験No.4～6）。

【図6】図6は、自然乾燥後の試験用材料（試験No.3）の様子を示す写真である。

40

【発明を実施するための形態】

【0025】

以下、実施例に基づき本発明をより詳細に説明するが、本発明はこの実施例の内容に限定されるものではない。

【実施例】

【0026】

（原料の準備）

高含水比泥土として、表1に示したように、東京湾で採取した細粒分含有率及び含水比等が異なる2種類の浚渫土A、Bを使って、次のようにして試験用泥土1～3を調製した。まず、浚渫土Aを含水比が40%になるまで乾燥させて、試験用泥土1とした。また、

50

浚渫土 A に人工海水（八洲薬品株式会社製：アクアマリン）を加えて含水比を 70 % にして、試験用泥土 2 とした。これらを日本道路公団規格「エアモルタル及びエアミルクの試験方法（JHS A 3113-1992）のコンシステンシー試験方法に定められているフロー値を測定したところ、試験用泥土 1 は 9 cm、試験用泥土 2 は 21 cm であった。次に、浚渫土 B を乾燥及び人工海水の加水調整を繰り返して、上記測定で求められるフロー値が 9 cm になるように調製し、試験用泥土 3 とした。この試験用泥土 3 の含水比は 136 % であった。なお、ここで言う含水比は、泥土に含まれる水と土粒子の質量比率（水 / 土粒子）を表す。

【 0 0 2 7 】

【表 1】

10

| 区分 | 単位 | 浚渫土 A | 浚渫土 B |
|--------|-------------------|-------|-------|
| 湿潤密度 | g/cm ³ | 1.689 | 1.259 |
| 含水比 | % | 50 | 180 |
| 細粒分含有率 | % | 43.6 | 93.7 |
| 液性限界 | % | 52 | 128 |
| 塑性限界 | % | 23 | 44 |
| 塑性指数 | % | 29 | 84 |

20

【 0 0 2 8 】

【表 2】

| | 含水比 | フロー値 |
|---------|-------|-------|
| 試験用泥土 1 | 40 % | 9 cm |
| 試験用泥土 2 | 70 % | 21 cm |
| 試験用泥土 3 | 136 % | 9 cm |

30

【 0 0 2 9 】

また、製鋼スラグとして、製鐵所で回収した表乾密度 3.03 g/cm³、及び粒径 5 mm 以下の製鋼スラグを使用した。この製鋼スラグは、図 2 に示した粒度分布を有していた。更に、古紙再生処理で排出された排水処理汚泥から水分を取り除いたペーパースラッジを用意した。

【 0 0 3 0 】

（原料の混練）

上記で準備した原料を表 3 に記したように配合し、図 3 に示すように、2 L のモルタルミキサーを用いて 120 秒混練して、試験 No. 1 ~ 6 の試験用材料を得た。なお、表 3 では、試験用泥土 1 ~ 3 と製鋼スラグの配合は、両者の混合物 1 m³あたりの質量（kg/m³）で表し、ペーパースラッジは、この混合物 1 m³に対する外数の添加量（kg）を表す。また、各試験用材料について、試験用泥土に含まれる水分に対するペーパースラッジの質量比（ペーパースラッジ / 泥土中の水分）と、試験用泥土に対するペーパースラッジの配合割合〔ペーパースラッジ / 泥土〕（質量 %）とを併せて表 3 に示す。

【 0 0 3 1 】

40

【表 3】

| 試験 No. | 配 合 | | | | | 質量比 「ペーパー スラッジ／ 試験用泥土 中の水分」 | 質量％ 「ペーパー スラッジ／ 試験用泥土 | 材料の状態評価 | | 備 考 |
|-----------|--|------|---------------------------------------|------------|--------------|---|--------------------------------|-----------|------------|-----|
| | 試験用泥土と製鋼スラッグの混合物 1 m ³ あたりの質量 (kg/m ³) | | 左記混合物 1 m ³ に対する外数 (kg) | | | | | | | |
| | 試験用泥土 | | | 製鋼 スラッグ | ペーパー スラッジ | | | | | |
| | 泥土 1 | 泥土 2 | 泥土 3 | | | | | | | |
| 1 | — | 1110 | — | 939 | 0 | 0.0 | | ペースト 状 | ペースト 状 | 比較例 |
| 2 | — | 1586 | — | 0 | 476 | 0.73 | | 粘土状 | 粘土状 | 比較例 |
| 3 | — | 1110 | — | 939 | 333 | 0.73 | | 粒状 | 粒状 | 実施例 |
| 4 | 1255 | — | — | 939 | 188 | 0.51 | | 粒状 | 粒状 | 実施例 |
| 5 | — | — | 953 | 939 | 286 | 0.52 | | 塊状 | 塊状 (固結) | 比較例 |
| 6 | — | — | 953 | 939 | 429 | 0.78 | | 粒状 | 粒状 | 実施例 |

上記試験用材料について、混練直後の写真を図4及び図5に示す。試験No. 1の材料は、ペーパースラッジが添加されずに混練されたものであって、ペースト状の粘度を有した状態を示し、試験No. 2の材料は、製鋼スラグが添加されていないものであって、粘土のような状態を示し、原料の一部が欠けると、いずれも粒状の材料にはならなかった。また、試験No. 5の材料は、ペーパースラッジによる脱水が不十分であり、こぶし程度の塊が形成されてしまった。それに対して、試験No. 3、4及び6では、ペーパースラッジが適切に泥土中の水分を吸水していると共に、製鋼スラグが粒度改善材として作用して40mm以下の粒状体が形成され、粒状の状態を発現していた。図4及び図5の写真からも明らかなように、試験No. 3、4及び6の材料では、いずれも粒の小さな泥団子が多数形成されていることが確認された。これら混練直後の材料について、それぞれ目視によって状態を評価した。結果を表3に示す。

10

【0033】

また、混練後の各試験用材料を大気中で5日間乾燥させた。図6は、試験No. 3の材料の様子を示す写真である。この写真からも明らかなように、製鋼スラグの表面に泥土中の土粒子が付着して直径4～5mm程度の粒状体を形成し、そのまわりには泥土に含まれていた水分は存在せず、しかも、粒状体同士の固結もなく、粒状の材料が得られることが分った。写真でも一部確認できるが、粒状体のまわりに他より白い粒やその付着が認められたが、これらは水分を吸ったペーパースラッジであると思われる。なお、写真には粒状体よりも大きな径のものが確認されるが、これらは手で摘むと粉々に解れることから、製鋼スラグに含まれたCa分が溶け出し、泥土に含まれたSi分やAl分と反応して土粒子が粒状に集まったものと推察される。

20

【0034】

その他の試験用材料については、試験No. 4及び6の材料は、それぞれ試験No. 3の場合と同じく、図5に示したような粒状材料が得られることが確認された。それに対して、試験No. 1及び2の材料は、5日間の自然乾燥では水分が抜けきらず、粘度を有したままで粒状材料にはならなかった。試験No. 5の材料は、混練直後の形状を保ったまま固結が進み、塊状になってしまった。自然乾燥後の材料について、それぞれ目視によって状態を評価した。結果を表3に示す。

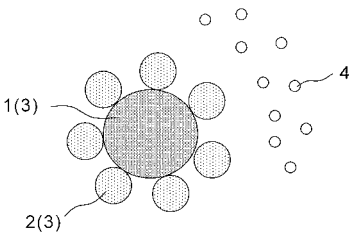
【符号の説明】

【0035】

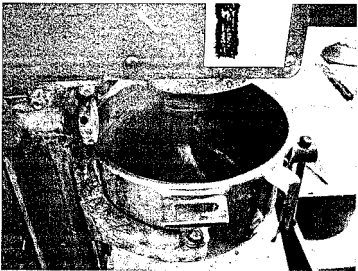
- 1：製鋼スラグ
- 2：土粒子
- 3：粒状体
- 4：ペーパースラッジ

30

【図 1】

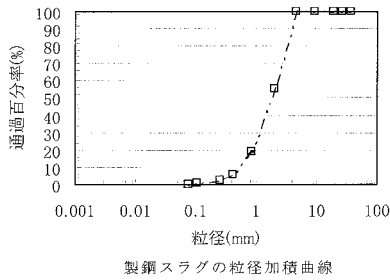


【図 3】

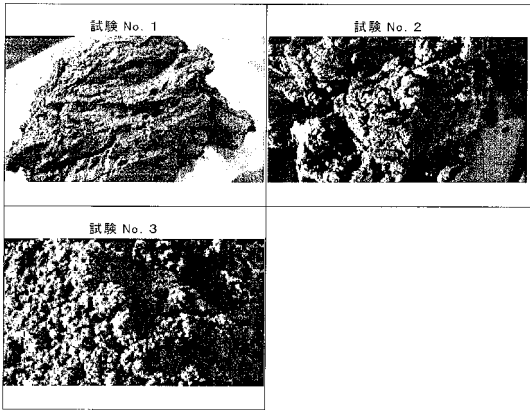


練混ぜ状況

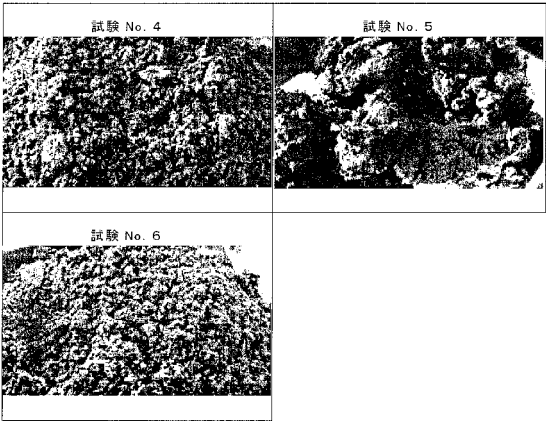
【図 2】



【図 4】



【図 5】



【図 6】



フロントページの続き

- (72)発明者 伊勢 典央
東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日本製鐵株式会社内
- (72)発明者 中川 雅夫
東京都千代田区丸の内二丁目6番1号 新日本製鐵株式会社内

審査官 西田 秀彦

- (56)参考文献 特開平05-346018(JP,A)
特開昭49-033443(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
E01C 3/00