

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4982780号  
(P4982780)

(45) 発行日 平成24年7月25日(2012.7.25)

(24) 登録日 平成24年5月11日(2012.5.11)

(51) Int.Cl.		F 1			
<b>E O 2 D</b>	<b>3/12</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>E O 2 D</b>	<b>3/12</b>	<b>1 O 2</b>
<b>E O 2 D</b>	<b>5/46</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>E O 2 D</b>	<b>5/46</b>	
<b>E O 2 D</b>	<b>3/08</b>	<b>(2006.01)</b>	<b>E O 2 D</b>	<b>3/08</b>	

請求項の数 2 (全 10 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2009-12479 (P2009-12479)</p> <p>(22) 出願日 平成21年1月23日 (2009.1.23)</p> <p>(65) 公開番号 特開2010-168809 (P2010-168809A)</p> <p>(43) 公開日 平成22年8月5日 (2010.8.5)</p> <p>審査請求日 平成23年9月8日 (2011.9.8)</p> <p>早期審査対象出願</p>	<p>(73) 特許権者 301031392 独立行政法人土木研究所 茨城県つくば市南原 1 番地 6</p> <p>(73) 特許権者 000236610 株式会社不動テトラ 東京都中央区日本橋小網町 7 番 2 号</p> <p>(74) 代理人 100096448 弁理士 佐藤 嘉明</p> <p>(72) 発明者 西本 聡 北海道札幌市豊平区平岸 1 条 3 丁目 1 番 3 4 号 独立行政法人土木研究所寒地土木研 究所内</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 固化パイル造成による地盤改良方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

地盤中に貫入可能とするケーシングパイプを備えた地盤改良施工機械を用いて、ケーシングパイプの上部に取り付けたホッパーにおいて砂利・碎石等の骨材とセメントミルクとを所定の混合比にて混合して供給材とし、このホッパーから砂利・碎石等の骨材とセメントミルクとを所定の混合比にて混合した供給材をケーシングパイプ内に投入すると共に、このケーシングパイプを地盤中に貫入し、貫入したケーシングパイプから供給材を排出しながら引抜き・打戻しを繰返して、地盤中に固化パイルを造成することにより、軟弱な地盤を安定した地盤に改良するようにしたことを特徴とする固化パイル造成による地盤改良方法。

【請求項 2】

砂利・碎石等の骨材とセメントミルクとを所定の混合比にて混合するホッパーにおいて、予め実験等によって求めたそれぞれの材料における混合状態が最も良好となる骨材の排出量である排出速度とセメントミルクの供給量である供給速度とをデータ化し、このデータに基づいて骨材の排出速度とセメントミルクの供給速度とをコントロールすることにより、骨材とセメントミルクとを混合するときの混合速度をコントロールするようにしたことを特徴とする請求項 1 記載の固化パイル造成による地盤改良方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、軟弱な地盤を安定した地盤に改良する固化パイル造成による地盤改良方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、軟弱な地盤を安定した地盤に改良するための地盤改良方法としては、例えば、特開平5-98631号公報に示すような地盤改良方法が知られていた。

【0003】

この地盤改良方法にあつては、地盤改良施工機械を用いるもので、地盤改良施工機械は、運転室を設けた自走可能な施工機本体を備え、この施工機本体にマストを立設している。そして、このマストに沿うように、地盤中に貫入可能とする攪拌軸を備え、この攪拌軸の下端に攪拌翼を設け、さらに、この攪拌軸の下端の攪拌翼近傍にセメントミルク等を吐出する吐出口を設けている。また、攪拌軸の上部には攪拌軸の貫入・引抜き、及回転等を行う駆動部を備えている。

10

【0004】

そして、この地盤改良施工機械において、攪拌軸を回転しつつ貫入・引抜きの作業を行う過程で、攪拌軸の下端に設けた吐出口からセメントミルク等を地盤中に吐出することにより、この吐出したセメントミルク等と原位置土とを攪拌翼で攪拌混合して、地盤中に固化パイルを造成するようにしている。このように地盤改良施工機械を用いて、地盤中に固化パイルを造成することにより、軟弱な地盤を安定した地盤に改良する地盤改良方法である。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開平5-98631号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

かかる従来の地盤改良方法において、地盤中に造成する固化パイルは、セメントミルク等と原位置土とを攪拌混合して造成したもの、すなわち原位置土が混入したものであることから、原位置土の影響を受けやすく、特に、高有機質土等では土質の影響を受けて、高強度で品質の安定した固化パイルを造成することが困難であった。そこで、実際の地盤改良工事では、造成する固化パイルにおいて、所定の強度等を得るため、大量のセメントミルクを用いたり、あるいは高価な特殊セメントミルクを使用したりして、高強度な固化パイルを造成するようにしていた。

30

【0007】

しかしながら、軟弱な地盤を安定した地盤に改良するための地盤改良工事において、大量のセメントミルクを用いたり、あるいは高価な特殊セメントミルクを使用したりすることによって、地盤改良工事における工期が長くなったり、地盤改良工事の費用が高くなったりするといった問題があった。

【0008】

40

本発明は、かかる従来の問題に鑑み、軟弱な地盤を安定した地盤に改良するための地盤改良工事において、原位置土の影響を受けることなく、高強度で品質の安定した固化パイルを造成することができる固化パイル造成による地盤改良方法、特に、極めて均質な固化パイルを造成することのできる固化パイル造成による地盤改良方法を提供することを、その課題とするものであって、これにより、地盤改良工事の工期の短縮を図ると共に、工事費用の低減を図って、経済性の良い(低コスト)ものにするものである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

第一の発明は、地盤中に貫入可能とするケーシングパイプを備えた地盤改良施工機械を用いて、ケーシングパイプの上部に取り付けたホッパーにおいて砂利・碎石等の骨材とセ

50

メントミルクとを所定の混合比にて混合して供給材とし、このホッパーから砂利・砕石等の骨材とセメントミルクとを所定の混合比にて混合した供給材をケーシングパイプ内に投入すると共に、このケーシングパイプを地盤中に貫入し、貫入したケーシングパイプから供給材を排出しながら引抜き・打戻しを繰返して、地盤中に固化パイルを造成することにより、軟弱な地盤を安定した地盤に改良する固化パイル造成による地盤改良方法である。

【0010】

第二の発明は、第一の発明にあって、砂利・砕石等の骨材とセメントミルクとを所定の混合比にて混合するホッパーにおいて、予め実験等によって求めたそれぞれの材料における混合状態が最も良好となる骨材の排出量である排出速度とセメントミルクの供給量である供給速度とをデータ化し、このデータに基づいて骨材の排出速度とセメントミルクの供給速度とをコントロールすることにより、骨材とセメントミルクとを混合するときの混合速度をコントロールするようにした固化パイル造成による地盤改良方法である。

10

【発明の効果】

【0011】

本発明によれば、ホッパーにおいて砂利・砕石等の骨材とセメントミルクとを所定の混合比にて混合した供給材によって、地盤中に固化パイルを造成することで、地盤改良工事において、原位置土の影響を受けることなく、高強度で品質の安定した固化パイルを造成することができ、しかも、極めて均質な固化パイルの造成ができ、これにより、地盤改良工事の工期の短縮を図ると共に、工事費用の低減を図って、経済性の良い（低コスト）ものに行うことができる。

20

【0012】

また、本発明によれば、地盤中に造成する固化パイルの原料となる供給材にあっては、ホッパーにおいて砂利・砕石等の骨材とセメントミルクとが所定の混合比で混合され、さらに、これらを混合するときの混合速度もコントロールされることで、供給材における砂利・砕石等の骨材とセメントミルクとの混合を最良な状態にすることができ、造成する固化パイルにあっては、さらに高強度で品質が安定し、かつ極めて均質なものに行うことができる。

【0013】

さらに、本発明によれば、砂利・砕石等の骨材とセメントミルクとの混合を、ホッパーにおいて行うことから、この混合作業にあっては、地盤中に固化パイルを造成する際のケーシングパイプの引抜き・打戻し作業の速度、要するに固化パイルの造成作業速度に一切関係することがなく、常に、砂利・砕石等の骨材とセメントミルクとを最良の状態に混合することができる。これにより、高強度で品質が安定し、かつ極めて均質な固化パイルを造成することができると共に、固化パイルの造成作業速度が、ホッパーにおける砂利・砕石等の骨材とセメントミルクとの混合作業に一切関係しないことから、この混合作業に左右されること無く、固化パイルを造成することができ、固化パイルの造成作業速度を含めた造成時の作業管理を極めて容易かつ簡単に行うことができ、作業効率の大幅な向上を図ることができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】本発明の固化パイル造成による地盤改良方法に用いる地盤改良施工機械の説明図である。

【図2】図1に示す地盤改良施工機械を側面から見た説明図である。

【図3】図1及び図2に示す地盤改良施工機械におけるケーシングパイプ上部の説明図である。

【図4】図1及び図2に示す地盤改良施工機械における骨材搬送用バケットの説明図である。

【図5】本発明の固化パイル造成による地盤改良方法における作業工程を示す説明図である。

【図6】本発明の固化パイル造成による地盤改良方法における作業工程を示す説明図であ

40

50

る。

【図7】骨材の量とセメントミルクの量との比率データの図表である。

【図8】骨材の排出量及びセメントミルクの供給量に関するデータの図表である。

【図9】地盤改良施工機械におけるケーシングパイプ上部のホッパーの別の例の説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0015】

本発明による固化パイル造成による地盤改良方法の一実施形態について説明する。

まず、この固化パイル造成による地盤改良方法に用いる地盤改良施工機械としては、図1、図2に示すように、各種の動力源あるいは運転室1を設けて、かつ自走可能となる施工機本体2を備える。そして、この施工機本体2に縦に向かうマスト3を立設する。また、このマスト3に沿うように、地盤中に貫入するケーシングパイプ4を縦に向けて配置しており、このケーシングパイプ4の上部には、図3に示すように、ケーシングパイプ4を回転させる回転装置5、ケーシングパイプ4を昇降させる昇降装置6、ケーシングパイプ4内に供給材を投入するホッパー7をそれぞれ取り付ける。このホッパー7内に収容される供給材としては、砂利・碎石等の骨材とセメントミルクとを混合したものである。

10

【0016】

また、セメントミルクを製造するセメントプラント装置8を備えて、このセメントプラント装置8よりホッパー7までセメントミルク供給用管路9を接続しており、セメントプラント装置8からセメントミルク供給用管路9を経てホッパー7内にセメントミルクが供給される。なお、このセメントミルク供給用管路9には、供給されるセメントミルクの量を計測する流量計10を設けている。

20

【0017】

さらに、マスト3の上方に位置するホッパー7まで供給材における骨材を搬送する骨材搬送用バケット11を備えており、この骨材搬送用バケット11はバケット用昇降機12によりワイヤー13を介してマスト3の下方から上方まで昇降動するようにしている。

【0018】

図4に示すように、骨材搬送用バケット11は、大きく開口した搬入口21を上部に設け、下部に排出口22を設けており、この排出口22には、開閉自在となる開閉扉23を設けると共に、排出口22の開閉量を調整する調整板24を設けて、この調整板24の開閉量を調整することで、開閉扉23を開いたときの排出口22からの排出量をコントロールしている。また、この骨材搬送用バケット11を吊るすワイヤー13にはロードセル14を設けて、骨材搬送用バケット11内に収容された砂利・碎石等の骨材の量をロードセル14にて計測している。

30

【0019】

そして、このような構成となる地盤改良施工機械を用いた固化パイル造成による地盤改良方法としては、ケーシングパイプ4の上部に取り付けたホッパー7において砂利・碎石等の骨材とセメントミルクとを所定の混合比にて混合して供給材とし、このホッパー7から砂利・碎石等の骨材とセメントミルクとを所定の混合比にて混合した供給材をケーシングパイプ4内に投入する。これと共に、このケーシングパイプ4を地盤中に貫入し、貫入後、ケーシングパイプ4の下端から供給材を排出しながら引抜き・打戻しを繰返して、地盤中に固化パイルを造成する。これにより、軟弱な地盤を安定した地盤に改良するようにしている。

40

【0020】

これを詳細に述べると、図5に示すように、タイヤショベル30等にて砂利・碎石等の骨材を運んで、骨材搬送用バケット11の上部の搬入口21より砂利・碎石等の骨材を骨材搬送用バケット11内に入れる。この骨材搬送用バケット11をワイヤー13及びバケット用昇降機12によりケーシングパイプ4の上方まで持ち上げて、砂利・碎石等の骨材を搬送する。

【0021】

50

そして、骨材搬送用バケツト 1 1 の下部の排出口 2 2 をケーシングパイプ 4 の上部に取り付けたホッパ 7 の投入部に接続し、骨材搬送用バケツト 1 1 の排出口 2 2 からホッパ 7 内に砂利・碎石等の骨材を投入する。これと同時に、ホッパ 7 内にセメントプラント装置 8 からセメントミルク供給用管路 9 を介してセメントミルクを供給する。そして、ホッパ 7 内において砂利・碎石等の骨材とセメントミルクとを所定の混合比にて混合して、これらが供給材となる。なお、砂利・碎石等の骨材とセメントミルクとを混合するとき、骨材搬送用バケツト 1 1 における排出口 2 2 の調整板 2 4 の開閉量を調整して砂利・碎石等の骨材の排出量（排出速度）をコントロールすると共に、セメントプラント装置 8 からのセメントミルクの供給量（供給速度）もコントロールすることで、砂利・碎石等の骨材とセメントミルクとを混合するときの混合速度をコントロールしている。

10

## 【 0 0 2 2 】

そして、ホッパ 7 内において砂利・碎石等の骨材とセメントミルクとを所定の混合比にて混合した供給材を、ケーシングパイプ 4 内に投入してから、ケーシングパイプ 4 を地盤中に所定深度まで貫入する。

## 【 0 0 2 3 】

図 6 に示すように、ケーシングパイプ 4 貫入後、ケーシングパイプ 4 の下端から供給材を排出しながら引抜きを行い、次に打戻しを行うことで、地盤中に供給材が広がりながら締め固められる。これを繰返し行って、地盤中に拡径した固化パイルを造成する。

## 【 0 0 2 4 】

このように、地盤中に拡径した固化パイルを造成することによって、軟弱な地盤を安定した地盤に改良することができる。

20

## 【 0 0 2 5 】

なお、このケーシングパイプ 4 の引抜き・打戻しの繰返し作業の際、ホッパ 7 からケーシングパイプ 4 内への供給材の投入は、通常、多数回にわたって行われることから、ホッパ 7 における砂利・碎石等の骨材とセメントミルクとの混合、すなわち、ホッパ 7 への骨材搬送用バケツト 1 1 からの砂利・碎石等の骨材の投入及びセメントプラント装置 8 からのセメントミルクの供給もその都度行われるようになる。

## 【 0 0 2 6 】

次に、ホッパ 7 における砂利・碎石等の骨材とセメントミルクとの混合において、これらを所定の混合比にて混合するようにしているが、これについて具体的に述べる。なお、骨材としては碎石の場合である。

30

## 【 0 0 2 7 】

骨材搬送用バケツト 1 1 にあっては、骨材が  $1 \text{ m}^3$  のときは  $1800 \text{ kg}$  であり、順を追って  $0.8 \text{ m}^3$  のときは  $1440 \text{ kg}$ 、 $0.6 \text{ m}^3$  のときは  $1080 \text{ kg}$  であり、そして、 $0.2 \text{ m}^3$  のときは  $360 \text{ kg}$  である。この骨材搬送用バケツト 1 1 における骨材の量を骨材搬送用バケツト 1 1 の上部に設けたロードセル 1 4 にて計測し、計測した骨材の量に対するセメントミルクの量を算出する。これは、図 7 に示す骨材の量とセメントミルクの量との比率データに基づいて算出される。骨材が  $1 \text{ m}^3$  の  $1800 \text{ kg}$  の場合、セメントミルクの量を  $199 \text{ リットル ( l )}$ 、骨材が  $0.8 \text{ m}^3$  の  $1440 \text{ kg}$  の場合、セメントミルクの量を  $152 \text{ リットル ( l )}$ 、骨材が  $0.6 \text{ m}^3$  の  $1080 \text{ kg}$  の場合、セメントミルクの量を  $114 \text{ リットル ( l )}$ 、そして、骨材が  $0.2 \text{ m}^3$  の  $360 \text{ kg}$  の場合、セメントミルクの量を  $38 \text{ リットル ( l )}$  というように、所定の比率になるようにしている。このように骨材の量に対する所定の比率となるセメントミルクの量、すなわち、骨材とセメントミルクとを所定の混合比にて混合するようにしている。なお、前述のものは骨材が碎石である場合ですが、砂利等の他の材料では、骨材とセメントミルクとの混合比も異なるものであることから、これらの混合比については、それぞれの材料を用いて予め実験等によって求めておく。

40

## 【 0 0 2 8 】

また、骨材とセメントミルクとを所定の混合比にて混合するときの混合速度をコントロールするが、これについては、骨材がどのような材料なのかにより大きく変わるものであ

50

ることから、それぞれの材料における混合状態が最も良好となる時間を、予め実験等によって求めてデータ化しておき、これは、例えば、図 8 に示す骨材の排出量及びセメントミルクの供給量に関するデータであって、骨材が碎石であるとき、碎石の骨材が  $1 \text{ m}^3$  の  $1800 \text{ kg}$  の場合、骨材搬送用バケツ 11 における排出口 22 からの排出量（排出速度）を、最も良好な混合状態になる 60 秒程度にし、これと共に、セメントミルクの供給量（供給速度）も同じ 60 秒程度にする。また、碎石の骨材が  $0.8 \text{ m}^3$  の  $1440 \text{ kg}$  の場合、骨材搬送用バケツ 11 における排出口 22 からの排出量（排出速度）を、最も良好な混合状態になる 48 秒程度にし、これと共に、セメントミルクの供給量（供給速度）も同じ 48 秒程度、碎石の骨材が  $0.6 \text{ m}^3$  の  $1080 \text{ kg}$  の場合、骨材搬送用バケツ 11 における排出口 22 からの排出量（排出速度）を、最も良好な混合状態になる 36 秒程度にし、これと共に、セメントミルクの供給量（供給速度）も同じ 36 秒程度、そして、碎石の骨材が  $0.2 \text{ m}^3$  の  $360 \text{ kg}$  の場合、骨材搬送用バケツ 11 における排出口 22 からの排出量（排出速度）を、最も良好な混合状態になる 12 秒程度にし、これと共に、セメントミルクの供給量（供給速度）も同じ 12 秒程度にする。

**【 0 0 2 9 】**

このように骨材搬送用バケツ 11 における排出口 22 からの骨材の排出量（排出速度）と、セメントミルクの供給量（供給速度）とをコントロールすることで、骨材とセメントミルクとを混合するときの混合速度をコントロールして、骨材とセメントミルクとの混合を極めて良い状態のものにする。

**【 0 0 3 0 】**

なお、骨材の量に対するセメントミルクの量の算出や骨材とセメントミルクとを混合するときの混合速度のコントロール等にあつては、図 7 や図 8 に示したそれぞれのデータをコントローラーに記憶させておき、このデータに基づいてコントローラーにより自動的に行われるものである。

**【 0 0 3 1 】**

以上のように、ホッパー 7 において砂利・碎石等の骨材とセメントミルクとを所定の混合比にて混合した供給材によって、地盤中に固化パイルを造成することで、地盤改良工事において、原位置土の影響を受けることなく、高強度で品質の安定した固化パイルを造成することができ、しかも、極めて均質な固化パイルの造成ができる。これにより、従来行っていたセメントミルクの大量使用や高価な特殊セメントミルクの使用を無くすことができ、地盤改良工事の工期の短縮を図ると共に、工事費用の低減を図って、経済性の良い（低コスト）ものに行うことができる。

**【 0 0 3 2 】**

また、地盤中に造成する固化パイルの原料となる供給材にあつては、ホッパー 7 において砂利・碎石等の骨材とセメントミルクとが所定の混合比で混合され、さらに、これらを混合するときの混合速度もコントロールされることで、供給材における砂利・碎石等の骨材とセメントミルクとの混合を最良な状態にすることができ、造成する固化パイルにあつては、さらに高強度で品質が安定し、かつ極めて均質なものに行うことができる。

**【 0 0 3 3 】**

そして、砂利・碎石等の骨材とセメントミルクとの混合を、ホッパー 7 において行うことから、この砂利・碎石等の骨材とセメントミルクとの混合作業にあつては、地盤中に固化パイルを造成する際のケーシングパイプ 4 の引抜き・打戻し作業の速度、要するに固化パイルの造成作業速度に一切関係することがなく、常に、砂利・碎石等の骨材とセメントミルクとを最良の状態に混合することができ、これによつても、高強度で品質が安定し、かつ極めて均質な固化パイルを造成することができる。しかも、固化パイルの造成作業速度が、ホッパー 7 における砂利・碎石等の骨材とセメントミルクとの混合作業に一切関係しないことから、この混合作業に左右されることなく、固化パイルを造成することができ、固化パイルの造成作業速度を含めた造成時の作業管理を極めて容易かつ簡単に行うことができ、作業効率の大幅な向上を図ることができる。

**【 0 0 3 4 】**

一方、図9に示すように、砂利・碎石等の骨材とセメントミルクとを混合するホッパー7にあっては、モータ31及びモータ31の出力軸32に取り付けた攪拌翼33からなる攪拌装置34を備えて、この攪拌装置34により砂利・碎石等の骨材とセメントミルクとを攪拌して混合するようによい。

【0035】

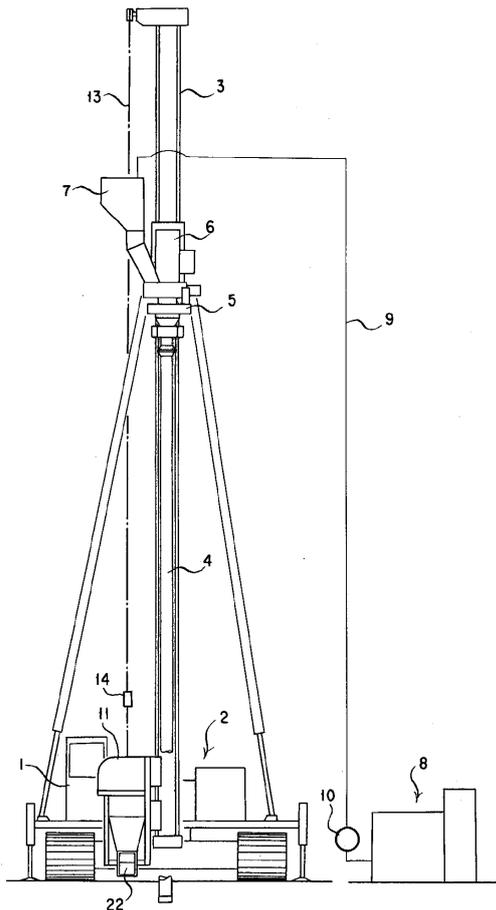
このように砂利・碎石等の骨材とセメントミルクとを攪拌して混合する攪拌装置34をホッパー7に備えたことにより、砂利・碎石等の骨材とセメントミルクとの混合を、さらに最良な状態にすることができ、極めて均質な高強度の固化パイルの造成が可能となる。

【符号の説明】

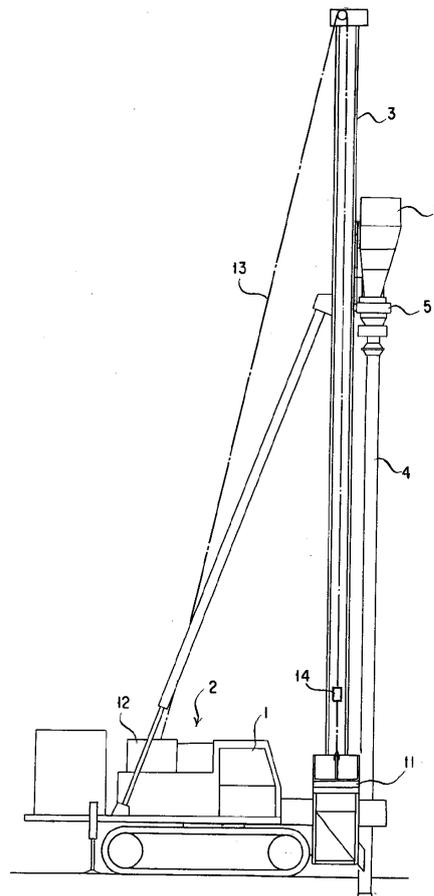
【0036】

1...運転室、2...施工機本体、3...マスト、4...ケーシングパイプ、5...回転装置、6...昇降装置、7...ホッパー、8...セメントプラント装置、9...セメントミルク供給用管路、10...流量計、11...骨材搬送用バケツ、12...バケツ用昇降機、13...ワイヤー、14...ロードセル、21...搬入口、22...排出口、23...開閉扉、24...調整板、30...タイヤショベル、31...モータ、32...出力軸、33...攪拌翼、34...攪拌装置

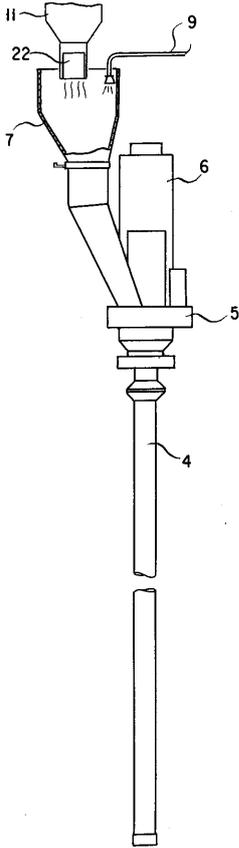
【図1】



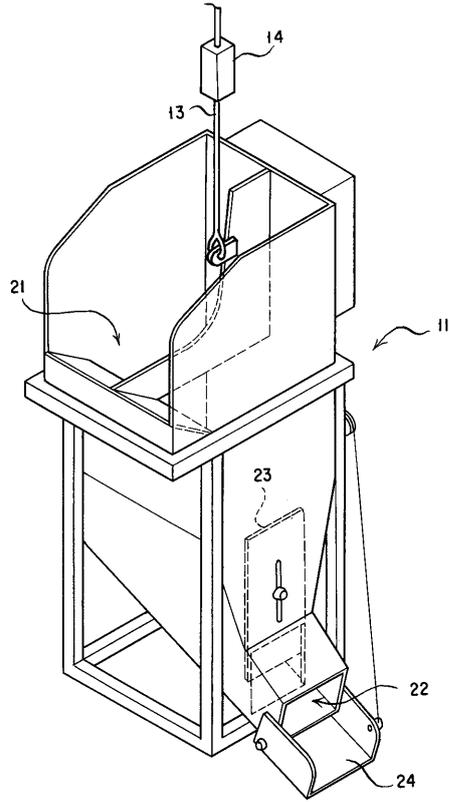
【図2】



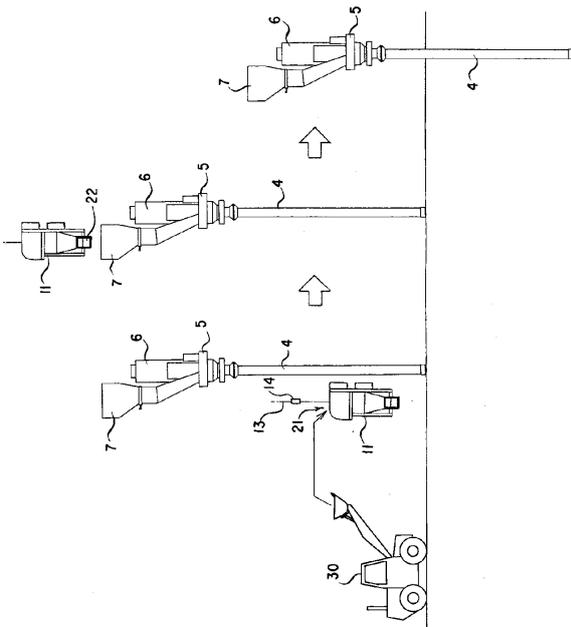
【図3】



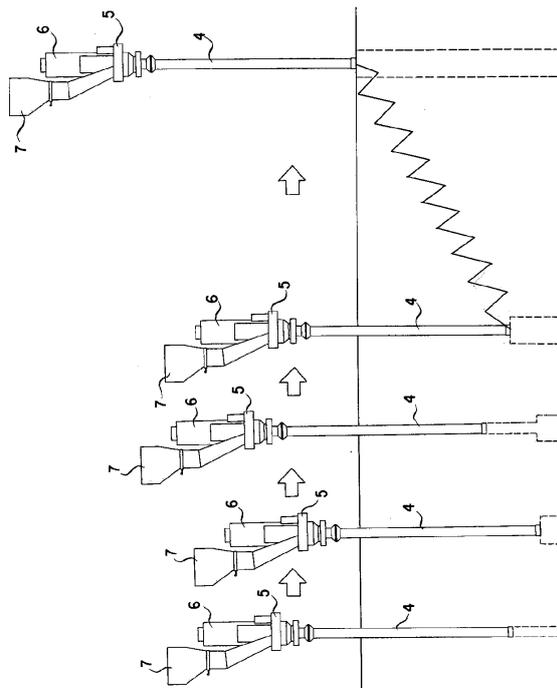
【図4】



【図5】



【図6】



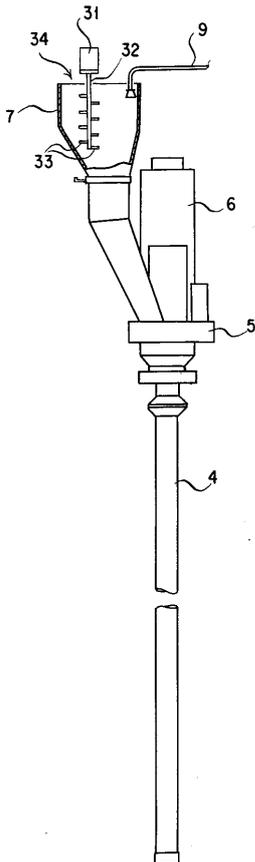
【図7】

骨材(碎石)の量		セメントミルクの量
体積(m <sup>3</sup> )	重量(kg)	体積(l)
1	1800	199
0.8	1440	152
0.6	1080	114
~~~~~		
0.2	360	38

【図8】

骨材(碎石)の量		排出量 (排出速度)	セメントミルクの量	
体積(m <sup>3</sup> )	重量(kg)		体積(l)	供給量 (供給速度)
1	1800	60秒	199	60秒
0.8	1440	48秒	152	48秒
0.6	1080	36秒	114	36秒
~~~~~				
0.2	360	12秒	38	12秒

【図9】



---

フロントページの続き

(72)発明者 林 宏親

北海道札幌市豊平区平岸1条3丁目1番34号 独立行政法人土木研究所寒地土木研究所内

(72)発明者 大塚 誠

東京都中央区日本橋小網町7番2号 株式会社不動テトラ内

(72)発明者 磯谷 修二

東京都中央区日本橋小網町7番2号 株式会社不動テトラ内

(72)発明者 田中 肇一

東京都中央区日本橋小網町7番2号 株式会社不動テトラ内

審査官 石村 恵美子

(56)参考文献 特開平10-183600(JP,A)

特開2004-150070(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

E02D 3/12

E02D 3/08

E02D 5/46