

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

**特許第6478245号
(P6478245)**

(45) 発行日 平成31年3月6日(2019.3.6)

(24) 登録日 平成31年2月15日(2019.2.15)

(51) Int. Cl.

E 2 1 D 11/10 (2006.01)

F 1

E 2 1 D 11/10

B

請求項の数 5 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2016-171551 (P2016-171551)	(73) 特許権者	000235543
(22) 出願日	平成28年9月2日(2016.9.2)		飛島建設株式会社
(65) 公開番号	特開2018-35632 (P2018-35632A)		東京都千代田区九段北一丁目13番5号
(43) 公開日	平成30年3月8日(2018.3.8)	(73) 特許権者	512270807
審査請求日	平成30年2月16日(2018.2.16)		株式会社北斗工業
			神奈川県横須賀市芦名2-8-32
		(73) 特許権者	596007979
			大栄工機株式会社
			滋賀県長浜市春近町90番地
		(74) 代理人	100082658
			弁理士 伊藤 儀一郎
		(72) 発明者	筒井 隆規
			神奈川県川崎市高津区坂戸三丁目2番1号
			飛島建設株式会社 土木事業本部内
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 トンネル覆工のセントル型枠装置及び覆工打設システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

トンネルの覆工外周面からトンネル中心側に向かい所定間隔をおいて、トンネル内空側に亘って設置されるトンネル用セントル型枠と、前記設置されたトンネル用セントル型枠の所定箇所に設置され、コンクリートの有無を検出する

検出信号を受信する非接触型センサと、トンネルの覆工外周面と前記トンネル用セントル型枠間に打設されるコンクリートの打設位置を前記非接触型センサが受信した前記検出信号によって特定する制御手段とを有し、

前記トンネル用セントル型枠の所定箇所には、予め取付孔が複数設けられ、該取付孔には、前記非接触型センサが取付交換可能にして嵌着され、

前記非接触型センサは、外部ケースと、外部ケースの先端側に設けられ、光透過部材により構成された先端窓と、外部ケース内に設けられた光センサ部と該光センサ部に光を受光させる投光部とを有し、

前記非接触センサの取り付けは、前記先端窓がトンネル用セントル型枠の表面に位置するように前記取付孔に取り付けられ、非透過性部材で構成された外部ケース内の前記投光部は、高輝度照明を有する部材で構成され、前記光センサ部と投光部は、非光透過性部材からなる仕切り部材で仕切られて外部ケース内に設置され、前記投光部から投光された光は先端窓を通過してトンネル覆工外周面側を照らし、照らした光はトンネル覆工外周面側から前記先端窓を通過して前記光センサ部に受光され、受光された光量の大小によって、トンネルの覆工外周面と前記トンネル用セントル型枠間に打設されるコンクリートの打設位

10

20

置が特定できる、

ことを特徴とするトンネル覆工のセントル型枠装置。

【請求項 2】

前記光センサ部は、筒状をなす仕切り部材の内側に配置され、前記投光部は、前記仕切り部材の外周側に複数設けられた、

ことを特徴とする請求項 1 記載のトンネル覆工のセントル型枠装置。

【請求項 3】

前記光センサ部と前記投光部は、それぞれ別の前記取付孔に嵌着することを可能とされた、

ことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 記載のトンネル覆工のセントル型枠装置。

10

【請求項 4】

前記投光部の光源は L E D で形成された、

ことを特徴とする請求項 1、請求項 2 または請求項 3 記載のトンネル覆工のセントル型枠装置。

【請求項 5】

トンネルの覆工外周面からトンネル中心側に向かい所定間隔をおいて、トンネル内空側に亘って設置されるトンネル用セントル型枠と、前記設置されたトンネル用セントル型枠の所定箇所に設置され、コンクリートの有無を検出する検出信号を受信する非接触型センサと、前記非接触型センサによりトンネルの覆工外周面と前記トンネル用セントル型枠間に打設されるコンクリートの打設位置を前記非接触型センサが受信した検出信号によって

20

特定する制御手段とを有し、

前記制御手段は、非接触型センサが前記検出信号の受信によりコンクリートの打設位置を特定したとき、他の非接触型センサが設置された箇所へコンクリートの充填箇所を切り替える切替手段と、前記コンクリート打設箇所の締固め用バイブレータを作動・停止させる作動・停止手段と、

前記検出信号によって特定された、トンネルの覆工外周面と前記トンネル用セントル型枠間に打設されるコンクリートの打設位置を利用し、表示部上に、トンネル内でのコンクリートの打設状態を描画して表示させる画像表示手段とを備え、

前記非接触センサは、外部ケースと、外部ケースの先端側に設けられ、光透過部材により構成された先端窓と、外部ケース内に設けられた光センサ部と該光センサ部に光を受光させる投光部とを有して構成され、該非接触センサのトンネル用セントル型枠の取付孔への取り付けは、先端窓がトンネル用セントル型枠の表面に位置する様に取り付けられ、非透過性部材で構成された外部ケース内の前記投光部は、高輝度照明を有する部材で構成され、前記光センサ部と投光部は、非光透過性部材からなる仕切り部材で仕切られて外部ケース内に設置され、前記投光部から投光した光は先端窓を通過してトンネル覆工外周面側を照らし、照らした光はトンネル覆工外周面側から前記先端窓を通過して前記光センサ部に受光され、受光される光量の大小によって、トンネルの覆工外周面と前記トンネル用セントル型枠間に打設されるコンクリートの打設位置が特定できる、

30

ことを特徴とするトンネル覆工の覆工打設システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、トンネル覆工のセントル型枠装置及びトンネル覆工の打設システムに係り、特にトンネル建設工事における覆工コンクリートの打設装置及びコンクリート打設システムに関するものである。

【背景技術】**【0002】**

従来より、いわゆる山岳トンネル建設工事などでは、覆工スライドセントルと呼ばれる移動型枠を用いて覆工コンクリートを構築する装置や工法が知られている。

【0003】

この装置や工法では、コンクリートは下方から打ち込まれ、ある程度の高さごとに、バイブレータによる締固めを行い、構築するコンクリートの品質を確保する。また、コンクリートの打込みやバイブレータによる締固めはセントル型枠（トンネル用の移動型枠）に設置された検査窓より行われるため、検査窓付近までコンクリートが打ち込まれた場合は、当該検査窓を閉じて、それより上方の検査窓で同様の作業を繰り返し行うこととしていた。 10

このように、覆工コンクリートの打設において、打設高さは施工管理上重要なパラメータとなっている。

【0004】

ここで従来では、この打設高さの確認は、主に作業員による目視によって行われることが一般的であった。しかしながら、その後、前記打設高さ管理の自動化・定量化方法として、特開2011-184934号に示す発明のように、いわゆる圧力センサを利用した打設高さ管理システムが開発されるに至った。

【0005】

ここで、圧力センサを利用した打設高さ管理システムは、圧力センサが高価であり、詳細に打設高さを判別するためには、多数の圧力センサを使用しなければならず、そのコストがきわめて高価なものとなっていた。 20

【0006】

また、打ち込まれるコンクリートに接触させる必要があり、前記圧力センサの損傷リスクを絶えず考慮しなければならなかった。さらに、圧力センサを接触させたコンクリート表面の仕上がりを低下させ、あるいは品質低下さえあるとの懸念があった。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0007】**

【特許文献1】 特開2011-184934号公報 30

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0008】**

かくして、本発明は前記従来の課題に対処すべく創案されたものであって、安価な非接触型のセンサを利用し、もって、覆工コンクリートの品質確保と覆工作業の省力化を実現できる、コンクリートの打設高さを判別するトンネル覆工のセントル型枠装置およびこれを利用したコンクリートの覆工打設システムを提供することを目的とするものである。

【課題を解決するための手段】**【0009】**

本発明は、 40

トンネルの覆工外周面からトンネル中心側に向かい所定間隔をおいて、トンネル内空側に亘って設置されるトンネル用セントル型枠と、前記設置されたトンネル用セントル型枠の所定箇所に設置され、コンクリートの有無を検出する検出信号を受信する非接触型センサと、トンネルの覆工外周面と前記トンネル用セントル型枠間に打設されるコンクリートの打設位置を前記非接触型センサが受信した前記検出信号によって特定する制御手段とを有し、

前記トンネル用セントル型枠の所定箇所には、予め取付孔が複数設けられ、該取付孔には、前記非接触型センサが取付交換可能にして嵌着され、

前記非接触型センサは、外部ケースと、外部ケースの先端側に設けられ、光透過部材により構成された先端窓と、外部ケース内に設けられた光センサ部と該光センサ部に光を受光させる投光部とを有し、

前記非接触センサの取り付けは、前記先端窓がトンネル用セントル型枠の表面に位置する様に前記取付孔に取り付けられ、非透過性部材で構成された外部ケース内の前記投光部は、高輝度照明を有する部材で構成され、前記光センサ部と投光部は、非光透過性部材からなる仕切り部材で仕切られて外部ケース内に設置され、前記投光部から投光された光は先端窓を通過してトンネル覆工外周面側を照らし、照らした光はトンネル覆工外周面側から前記先端窓を通過して前記光センサ部に受光され、受光された光量の大小によって、トンネルの覆工外周面と前記トンネル用セントル型枠間に打設されるコンクリートの打設位置が特定できる、

10

ことを特徴とし、

または、

前記光センサ部は、筒状をなす仕切り部材の内側に配置され、前記投光部は、前記仕切り部材の外周側に複数設けられた、

ことを特徴とし、

または、

前記光センサ部と前記投光部は、それぞれ別の前記取付孔に嵌着することを可能とされた、

ことを特徴とし、

20

または、

前記投光部の光源はLEDで形成された、

ことを特徴とし、

または、

トンネルの覆工外周面からトンネル中心側に向かい所定間隔をおいて、トンネル内空側に亘って設置されるトンネル用セントル型枠と、前記設置されたトンネル用セントル型枠の所定箇所に設置され、コンクリートの有無を検出する検出信号を受信する非接触型センサと、前記非接触型センサによりトンネルの覆工外周面と前記トンネル用セントル型枠間に打設されるコンクリートの打設位置を前記非接触型センサが受信した検出信号によって特定する制御手段とを有し、

30

前記制御手段は、非接触型センサが前記検出信号の受信によりコンクリートの打設位置を特定したとき、他の非接触型センサが設置された箇所へコンクリートの充填箇所を切り替える切替手段と、前記コンクリート打設箇所の締固め用バイブレータを作動・停止させる作動・停止手段と、

前記検出信号によって特定された、トンネルの覆工外周面と前記トンネル用セントル型枠間に打設されるコンクリートの打設位置を利用し、表示部上に、トンネル内でのコンクリートの打設状態を描画して表示させる画像表示手段とを備え、

前記非接触センサは、外部ケースと、外部ケースの先端側に設けられ、光透過部材により構成された先端窓と、外部ケース内に設けられた光センサ部と該光センサ部に光を受光させる投光部とを有して構成され、該非接触センサのトンネル用セントル型枠の取付孔への取り付けは、先端窓がトンネル用セントル型枠の表面に位置する様に取り付けられ、非透過性部材で構成された外部ケース内の前記投光部は、高輝度照明を有する部材で構成され、前記光センサ部と投光部は、非光透過性部材からなる仕切り部材で仕切られて外部ケース内に設置され、前記投光部から投光した光は先端窓を通過してトンネル覆工外周面側を照らし、照らした光はトンネル覆工外周面側から前記先端窓を通過して前記光センサ部に受光され、受光される光量の大小によって、トンネルの覆工外周面と前記トンネル用セントル型枠間に打設されるコンクリートの打設位置が特定できる、

40

ことを特徴とするものである。

【発明の効果】

【 0 0 1 0 】

本発明によれば、安価な非接触型のセンサを利用し、もって、覆工コンクリートの品質確保と覆工作業の省力化を実現できる、コンクリートの打設高さを判別するトンネル覆工のセントル型枠装置およびこれを利用したトンネルの覆工打設システムを提供出来るとの優れた効果を奏する。

【 0 0 1 1 】

すなわち、圧力センサによる打設高さ管理にくらべ、例えば非接触型センサの1つである照度センサは非常に安価であり、該センサを多数セントル型枠装置に設置し詳細に打設高さを管理することが可能なのである。また、コンクリートに非接触でコンクリートの打設高さを判別できるため、センサの損傷リスクが少なく、安定して繰り返し使用可能となる。さらに、覆工コンクリート表面の仕上がりや品質を大幅に向上できるものである。

【図面の簡単な説明】**【 0 0 1 2 】**

【図 1】 本発明の非接触型センサの構成を説明する説明図（1）である。

【図 2】 本発明の非接触型センサの構成を説明する説明図（2）である。

【図 3】 本発明の使用状態を示す説明図（1）である。

【図 4】 本発明の使用状態を示す説明図（2）である。

【図 5】 本発明の使用状態を示す説明図（3）である。

【図 6】 本発明の使用状態を示す説明図（4）である。

【図 7】 本発明の使用状態を示す説明図（5）である。

【図 8】 本発明の使用状態を示す説明図（6）である。

【図 9】 本発明の表示部での表示の例を示す説明図（1）である。

【図 10】 本発明の表示部での表示の例を示す説明図（2）である。

【図 11】 本発明による覆工打設システムの構成を説明するブロック図である。

【図 12】 本発明によるユニットコントロール A の構成を説明するブロック図である。

【図 13】 本発明の使用概略を説明する説明図である。

【発明を実施するための形態】**【 0 0 1 3 】**

以下本発明を図に示す実施例に基づいて説明する。

【 0 0 1 4 】

図 1、図 2 に本発明による非接触型センサ 19 の構成の説明図を示す。

図 1、図 2 から理解出来る様に、非接触型センサ 19 は、その先端側に、セントル 6 表面に位置する光透過性部材により構成される先端窓 16 を有している。

【 0 0 1 5 】

また、略円筒状をなす外部ケース 17 を有しており、該外部ケース 17 は非光透過性部材より構成されている。尚、外部ケース 17 の外形状については略円筒状に限定されるものではない。

【 0 0 1 6 】

また、前記外部ケース 17 内には、光センサ部 40 と、該光センサ部 40 に光 43 を受光させる投光部 41 とが設置されており、両者は非光透過性部材からなる仕切り部材 42 で仕切られて配置されている。ここで、光センサ部 40 には、いわゆる照度センサの基本部材となる C d S セルあるいはフォトダイオード、フォトランジスタなどが用いられる。

また、投光部 41 は、例えば高輝度照明を有する部材で構成される。高輝度照明を有する部材としては L E D、有機 E L、レーザーダイオードなどが例としてあげられる。

【 0 0 1 7 】

しかして、前記投光部 41 からの光 43 は先端窓 16 を通過してトンネル 8 覆工外周面側を照らす。次いで、セントル 6 表面から再度先端窓 16 を通過して光センサ部 40 に受光される。

【 0 0 1 8 】

よって、セントル 6 とトンネル 8 の間の空間において、まだコンクリート 7 が充填されていないとき、セントル 6 表面から再度先端窓 1 6 を通過して光センサ部 4 0 に受光される光 4 3 はその光量が大であり、もって抵抗値が小となる。そして、この抵抗値の変化を検出することにより、未だにセントル 6 とトンネル 8 の間の空間にコンクリート 7 が充填していないとの認識がなされる。

【 0 0 1 9 】

しかしながら、セントル 6 とトンネル 8 の間の空間にコンクリート 7 が充填されたとき、セントル 6 表面から再度先端窓 1 6 を通過して光センサ部 4 0 に受光される光 4 3 は、前記充填されたコンクリート 7 に遮られ、その光量が小となり、もって抵抗値が大となる。すなわち、この抵抗の値の変化を検出することにより、当該光センサ部 4 0 が配置された箇所のセントル 6 とトンネル 8 の間の空間にコンクリート 7 が充填されたことが認識されることとなる。

【 0 0 2 0 】

図 1 には、投光部 4 1 が 1 つ設置された実施例が示されており、図 2 には、光センサ部 4 0 が、筒状をなす外部ケース 1 7 の内側に配置され、投光部 4 1 は、別の外部ケース 1 7 に複数個配置された実施例が示されている。

図 2 の実施例であれば、より正確な検出情報が得られるものとなる。

尚、図 2 の実施例に限るものではなく、例えば、別の外部ケース 7 自体を略リング状に形成し、その中に投光部 4 1 を複数個、間隔をあけつつリング状になるよう配置した実施例でもかまわない。

【 0 0 2 1 】

また、前記光センサ部 4 0 で構成された非接触型センサ 1 9 は、図 1、図 2、図 3 乃至図 6 などに示されているように、トンネル 8 の覆工外周面からトンネル 8 中心側に向かい所定間隔をおいて、トンネル 8 内空側に亘って設置されているセントル 6 の所定箇所に設置される。

【 0 0 2 2 】

すなわち、例えば、前記セントル 6 の所定箇所にあらかじめ取付孔 4 4 を穿設しておき、この取付孔 4 4 に前記非接触型センサ 1 9 を簡単に嵌め込んで取り付けられるよう構成しておくことが好ましい。

尚、前記光センサ部 4 0 と前記投光部 4 1 は、それぞれ別の取付孔 4 4 に嵌着することが可能とされている。

【 0 0 2 3 】

また、非接触型センサ 1 9 の数は非常に大量な数となるので、C d S セル、フォトダイオード、フォトトランジスタなどを使用した照度センサのように、比較的コストの安価なセンサを使用するものとする。特に、C d S セルはコストが安価で好ましい。

【 0 0 2 4 】

そうすれば、たとえ、非接触型センサ 1 9 が、いくつか破損したりしても、取付孔 4 4 に嵌め込む構成も相まって、簡単に交換することが出来ることとなる。

尚、非接触型センサとしては、光センサ部を有する照度センサのほかに、カメラの映像信号やレーザー距離計のレーザー信号などを使ったセンサが考えられる。

【 0 0 2 5 】

ここで、前述のように非接触型センサ 1 9 が、コンクリートの有無を検出する検出信号を送出し、前記非接触型センサ 1 9 の光センサ部 4 0 によりセントル 6 とトンネル 8 の間の空間に打設されるコンクリートの打設位置が、検出信号によってコントロールユニット B 4 5 に送出され、前記コンクリート 7 の打設位置から遠く離れた場所からもコンクリートの打設位置が検出でき、また位置確認が確実に認識できるものとなる。

【 0 0 2 6 】

次に、図 1 1 にトンネル覆工打設システムの構成説明図を示す。

図 1 1 において

10

20

30

40

50

、符号 18 は圧力計を示し、符号 19 は非接触型センサ、さらに、符号 27 はコンクリート温度計、符号 28 は各型枠バイブレータ起動部を示す。

さらに、符号 46 はコントロールユニット A を示し、符号 47 はディスプレイなどの表示部を示す。

【0027】

図 13 には、使用状態の一具体例を示したものであり、コンクリートを送出するコンクリートポンプ車 54 によって、コンクリート 7 がトンネル 8 側に送出される。コンクリート 7 の打設状態はコントロールユニット B 45 及びコントロールユニット A 46 によって認識、制御され、そのデータは表示レイアウト制御部 53 に送出されている。

【0028】

尚、前記データの送受信については、有線 LAN ケーブル 50 や無線 LAN によって行われる。さらに、表示部 47 には、図 9、図 10 のような表示がなされるものとなる。

【0029】

本発明の動作につき説明すると、図 3、図 4 から理解出来る様に、セントル 6 の既設側、すなわち、断面 1 と断面 2 の間に設置された第 1 筒先 1 よりコンクリート 7 の投入が開始される。

【0030】

図 3 はトンネル 8 にセントル 6 を設置した状態を示す断面図であり、図 4 はトンネル 8 にセントル 6 を設置した状態を上方から展開して示したセントル展開図である。

【0031】

ここで、図 3 に示すトンネル 8 における第 1 筒先 1 の箇所の手前方向には、図 4 のセントル展開図に示すように既設側（断面 1 と断面 2 の間）・中央（断面 3 の箇所）・妻側（断面 4 の箇所）の 3 箇所に 3 本の第 1 筒先 1、1、1 が設置してあり、そのうち、前記したように、既設側の第 1 筒先 1 からコンクリート 7 の投入が開始される。

【0032】

ところで、以下の説明においては、打重ねセンサや感知センサなどのセンサが示されるが、これらは前記したように非接触型センサ 19 が使用されるものである。

【0033】

しかして、既設側の第 1 筒先 1 からコンクリート 7 の投入を続けることで、図 4 に示しているように、断面 1 および断面 2 の箇所に設置してある第 1 打重ねセンサ 10 がコンクリート 7 の存在、すなわちコンクリート 7 の充填位置を感知する。ここで、コンクリート 7 の充填位置が感知されると、コンクリート 7 を投入する筒先が既設側から中央に変更される。すなわち、図 4 に示すように断面 3 の箇所にある第 1 筒先 1 に変更され、該第 1 筒先 1 からコンクリート 7 の投入が行なわれる。

【0034】

そして、そのまま投入が続けられると、断面 3 の箇所にある第 1 打重ねセンサ 10 がコンクリート 7 の充填位置を感知する。そして、感知後、コンクリート 7 を投入する筒先が中央から妻側の第 1 筒先 1 に変更される。すなわち、断面 4 の箇所にある第 1 筒先 1 からコンクリート 7 の投入が行われる。

【0035】

すると、図 4 から理解出来る様に、断面 4 及び断面 5 の箇所にある第 1 打重ねセンサ 10 がコンクリート 7 の充填位置を感知する。

【0036】

この様に、図 4 において、断面 1 から断面 5 までの第 1 打重ねセンサ 10・・・によって全てコンクリート 7 の充填位置が感知されたことで、図 3 に示す様に、セントル 6 とトンネル 8 の間の空間でコンクリート 7 の充填が第 1 打重ねセンサ 10・・・の設置位置まで、全ての断面 1、2、3、4、5 の箇所で終了し、打ち上がったと判断される。

【0037】

すると、前記左側のトンネル 8 の覆工外周面とセントル 6 との間でコンクリート 7 の充填が第 1 打重ねセンサ 10・・・の設置位置まで、全ての断面の箇所で打ち上がったこと

10

20

30

40

50

が、例えば、セントル 6 に搭載されたコントロールユニット B 4 5 に伝達され、これにより、前記コンクリートユニット B 4 5 では前記箇所でのコンクリート 7 の投入をストップさせる。

【 0 0 3 8 】

コンクリート 7 の投入が止まると、コントロールユニット B 4 5 は、型枠バイブレータ起動部 2 8 へ所定の型枠バイブレータを作動させるべく信号を送出する。すると、型枠バイブレータ起動部 2 8 では、リレー 2 7 を介し、所定の型枠バイブレータを制御し、図 4 の示す断面 1 から断面 5 までの第 1 打重ねセンサの下にある計 5 台の第 1 型枠バイブレータ 2 1 ・ ・ ・ を振動させ、第 1 型枠バイブレータ 2 1 ・ ・ ・ はコンクリート 7 を締固める。

10

【 0 0 3 9 】

尚、前記型枠バイブレータ 2 1 など各型枠バイブレータの作動時間（振動時間）については前記型枠バイブレータの性能およびセントル 6 の剛性を考慮して打設前にコントロールユニット B 4 5 に入力されて決定される。

【 0 0 4 0 】

図 3 に示すトンネル 8 の左側において、第 1 打重ねセンサ 1 0 ・ ・ ・ の設置位置まで打ち上がったコンクリート 7 の締固めと並行して、コンクリート 7 を投入する筒先は図 3 において左側から右側へと変更される。

【 0 0 4 1 】

そして、右側も左側と同様に、既設側に設置された第 1 筒先 1 よりコンクリート 7 の投入が開始される。

その後も左側の場合と同様に右側について第 1 打重ねセンサ 1 0 の高さまでコンクリート 7 が打ち込まれ、そして、締め固められる。

【 0 0 4 2 】

左右両側とも、第 1 打重ねセンサ 1 0 の設置位置までコンクリート 7 が打ち上げられた後、再び左側の既設側のコンクリート 7 の打込みが行なわれる。

すなわち、第 1 筒先 1 より、再びコンクリート 7 が投入される。

【 0 0 4 3 】

既設側の、第 1 筒先 1 からコンクリート 7 を投入し続けることで、断面 1 および断面 2 のセンサのうち、第 1 打重ねセンサ 1 0 の上にある第 1 感知センサ 3 0 がコンクリート 7 の充填位置を感知する。

30

感知後、コンクリート 7 を投入する第 1 筒先 1 は既設側から中央に変更される。

【 0 0 4 4 】

そして、そのまま投入を続けると、今度は断面 3 近傍位置の第 1 打重ねセンサ 1 0 の上にある第 1 感知センサ 3 0 がコンクリート 7 の充填位置を感知する。そして、感知後、コンクリート 7 を投入する第 1 筒先 1 が中央から妻側に変更される。

【 0 0 4 5 】

妻側にコンクリート 7 が打ち込まれると、妻側の第 1 筒先 1 が近傍位置に設置されている断面 4 及び断面 5 の箇所の第 1 打重ねセンサ 1 0 の上にある第 1 感知センサ 3 0 がコンクリート 7 の充填位置を感知する。

40

【 0 0 4 6 】

そして、断面 1 から断面 5 まで、第 1 感知センサ 3 0 ・ ・ ・ が全てコンクリート 7 の充填を感知したことで、左側のトンネル 8 の覆工外周面とセントル 6 との間でコンクリート 7 の充填が、第 1 打重ねセンサ 1 0 の高さまでのコンクリート 7 の上に、全ての断面で新しいコンクリート 7 が打ち込まれたものと判断される。

【 0 0 4 7 】

全ての断面で第 1 打重ねセンサ 1 0 の上に新しいコンクリート 7 が打ち込まれたことは、型枠バイブレータを制御するコントロールユニット B 4 5 に伝達され、断面 1 から断面 5 までの第 1 打重ねセンサ 1 0 の下にある計 5 台の第 1 型枠バイブレータ 2 1 を振動させ、上下のコンクリートを一体化させる。なお、このとき、妻側の第 1 筒先 1 からのコンク

50

リート7の投入は止めずに打込みが続けられる。

【0048】

妻側の第1筒先1からコンクリート7を投入し続けることで、その両側の断面4および断面5の第2打重ねセンサ12がコンクリート7の充填を感知する。感知したら、コンクリート7を投入する第1筒先1を妻側から中央に変更する。そのまま投入を続けると、今度は断面3の第2打重ねセンサ12がコンクリート7の充填を感知する。感知したら、コンクリート7を投入する第1筒先1を中央から既設側に変更する。

【0049】

その後、第1筒先1の既設側の両側にある断面1および断面2の第2打重ねセンサ12によってコンクリート7の充填が感知される。

10

【0050】

そして、図4における断面1から断面5の位置まで、第2打重ねセンサ12によって全てのコンクリート7の充填が感知されたことで、図4におけるトンネル左側のコンクリート7が第2打重ねセンサ12の設置位置まで全ての断面で打ち上がったと判断されるものとなる。

【0051】

すると、トンネル左側のセトル6内にコンクリート7が第2打重ねセンサ12の設置位置まで全ての断面で打ち上がったことを、例えばセトル6に搭載されたコントロールユニットB45に伝達され、コンクリート7の投入がストップされる。

【0052】

次いで、コンクリート7の投入が止まったことが、型枠バイブレータを制御するコントロールユニットB45に伝達され、断面1から断面5までの第2打重ねセンサ12の下に設置された計5台の第2型枠バイブレータ22が振動し、コンクリート7を締め固める。

20

【0053】

このトンネル左側において、第2打重ねセンサ12の設置位置まで打ち上がったコンクリート7の締め固めと並行して、コンクリート7を投入する筒先はトンネル左側から右側へ変更される。

そして、トンネル右側においても左側の場合と同様に、既設側の第1筒先1よりコンクリート7の投入が開始される。

【0054】

その後も前述した左側と同様に右側も第1打重ねセンサ10の上下のコンクリートを一体化させ、第2打重ねセンサ12の設置位置の高さまでコンクリート7を打ち込み、締め固められる。

30

【0055】

続いて、トンネル左側の第2筒先2よりコンクリート7の投入が開始される。

トンネル左側において、既設側の第2筒先2からコンクリート7が打ち込み続けられることで、その両側の断面1および断面2のセンサのうち、第2打重ねセンサ12の上にある第2感知センサ32がコンクリート7を感知する。感知したら、コンクリート7を投入する筒先を既設側から中央に変更する。そのまま投入を続けると、今度は断面3の第2打重ねセンサ12の上にある第2感知センサ32がコンクリート7を感知する。感知したら、コンクリート7を投入する筒先が中央から妻側に変更される。

40

【0056】

妻側の第2筒先2の両側にある断面4および断面5の第2打重ねセンサ12の上にある第2感知センサ32がコンクリート7を感知する。断面1から断面5まで、第2打重ねセンサ12の上にある第2感知センサ32が全てコンクリート7の充填を感知したことで、トンネル左側において、第1筒先1から打ち込んだ第2打重ねセンサ12の設置位置の高さまでのコンクリート7の上に、全ての断面で新しいコンクリート7が打ち込まれたと判断される。

【0057】

全ての断面で第2打重ねセンサ12の上に新しいコンクリート7が打ち込まれたことは

50

、型枠バイブレータを制御するコントロールユニット B 4 5 に伝達され、断面 1 から断面 5 までの第 2 打重ねセンサ 1 2 の下にある計 5 台の第 2 型枠バイブレータ 2 2 を振動させ、上下のコンクリートを一体化させる。

【 0 0 5 8 】

このとき、妻側の第 2 筒先 2 からのコンクリート 7 の投入はストップせずに打ち込み続けられる。

【 0 0 5 9 】

妻側の第 2 筒先 2 からコンクリート 7 が打ち込み続けられることで、その両側の断面 4 および断面 5 の第 3 打重ねセンサ 1 3 がコンクリート 7 を感知する。感知したら、コンクリート 7 を投入する第 2 筒先 2 が妻側から中央に変更される。そのまま投入を続けると、今度は断面 3 の第 3 打重ねセンサ 1 3 がコンクリート 7 を感知する。感知したら、コンクリート 7 の打込む第 2 筒先 2 が中央から既設側に変更される。

【 0 0 6 0 】

第 2 筒先 2 の既設側の両側にある断面 1 および断面 2 の第 3 打重ねセンサ 1 3 がコンクリート 7 の充填を感知する。断面 1 から断面 5 まで、第 3 打重ねセンサ 1 3 が全てコンクリート 7 を感知したことで、左側のコンクリート 7 が第 3 打重ねセンサ 1 3 まで全ての断面で打ち上がったと判断される。

【 0 0 6 1 】

左側のコンクリート 7 が第 3 打重ねセンサ 1 3 まで全ての断面で打ち上がったことが、セントル 6 に搭載されたコントロールユニット B 4 5 に伝達され、コンクリート 7 の投入はストップされる。

【 0 0 6 2 】

コンクリート 7 の投入が止まったことが、型枠バイブレータを制御するコントロールユニット B 4 5 に伝達され、断面 1 から断面 5 までの第 3 打重ねセンサ 1 3 の下にある計 5 台の第 3 型枠バイブレータ 2 3 を振動させ、コンクリート 7 を締め固める。

【 0 0 6 3 】

トンネル左側の第 3 打重ねセンサ 1 3 まで打ち上がったコンクリート 7 の締め固めと並行して、コンクリート 7 を投入する筒先は左側から右側へと変更される。

【 0 0 6 4 】

右側も左側と同様に既設側の第 2 筒先 2 よりコンクリート 7 の投入を開始する。その後も左側と同様に右側も第 2 打重ねセンサ 1 2 の上下のコンクリートを一体化させ、第 3 打重ねセンサ 1 3 の高さまでコンクリート 7 を打ち込み、締め固める。

【 0 0 6 5 】

そして、この作業は、第 2 筒先 2 からの作業において、第 2 筒先の「2」を「i」と定義すると、「 $i = 4$ 」なるまで繰り返される。

すなわち、第 4 筒先 4 の作業まで繰り返される。

【 0 0 6 6 】

そして、トンネル天端部へのコンクリート 7 の打込みについて述べると、天端の既設側にある第 5 筒先 5 よりコンクリート 7 の吹上げを開始する。

【 0 0 6 7 】

第 5 筒先 5 からコンクリート 7 を吹き上げ続けることで、左右両側の第 5 打重ねセンサ 1 5 まで打ち上がったコンクリート 7 の上へ新しいコンクリート 7 が打ち込まれる

断面 1 から断面 5 のセンサのうち、第 5 打重ねセンサ 1 5 の上にある第 5 感知センサ 3 5 が既設側から妻側に向かって順に第 5 筒先 5 から打ち込まれた新しいコンクリート 7 を感知する。

【 0 0 6 8 】

断面 1 から断面 5 の各断面において、第 5 打重ねセンサ 1 5 の上に新しいコンクリート 7 が充填されたことを第 5 感知センサ 3 5 が感知したとき、その感知は、型枠バイブレータを制御するコントロールユニット B 4 5 に伝達され、感知した断面にある第 5 型枠バイブレータ 2 5 を各々振動させることで、上下のコンクリートを一体化させる。このとき、

第5筒先5からのコンクリート7の吹上げは、ストップすることなく打ち込み続けられる。

【0069】

全ての断面で第5打重ねセンサ15の設置位置での上下のコンクリートを一体化させ、さらに吹上げを続けることで天端部にコンクリート7が充填されていき、妻側の妻板上部までコンクリート7が充填される。

尚、妻板上部までのコンクリート7充填は目視で確認するものとなる。

【0070】

妻板上部までコンクリート7が充填されたことは、セントル6に搭載されたコントロールユニットB45に伝達され、これによりコンクリート7の吹上げはストップされる。 10

【0071】

コンクリート7の吹上げが止まったことが、型枠バイブレータを制御するコントロールユニットB45に伝達され、断面1から断面5までの両側の第6型枠バイブレータ26を振動させ、コンクリート7を締め固める。

【0072】

コンクリート7の締め固めが終わったことを確認し、第5筒先5を閉塞して打設が終了する。

【0073】

尚、既に説明したが、第1打重ねセンサ10乃至第5打重ねセンサ15や第1感知センサ30乃至第5感知センサ35などのセンサは、いわゆる非接触型センサである照度センサによって構成されている。この照度センサをある一定の高さごとに、セントル6を構成する型枠に埋設させることにより、あるいは型枠の一部を透明にし、その付近に設置することにより前記第1打重ねセンサ10乃至第5打重ねセンサ15や第1感知センサ30乃至第5感知センサ35などのセンサを構成しているのである。 20

【0074】

さらに、照度センサを使用したセンサにつき説明すると、コンクリート打設側に適当な照明を配置し、別途照度センサを型枠に設置するか、あるいは、照度センサにLED等の光源を有する投光部を配置して、この照度センサを型枠に設置することが考えられる。

【0075】

そして、照度センサより高い位置までコンクリートが打設された際に、照度センサが覆われることから、照度が大幅に小さくなる。その場合、照度が小さくなった、あるいは照度がなくなったセンサまでコンクリートが打設されたと判別し、打設高さを認識するのである。 30

よって、得られた打設高さから、前述したように型枠バイブレータ実施する指示や実施の制御を行うのである。

【0076】

ここで、照度センサなどで構成されたセンサは有線あるいは無線で接続され一元的に情報をコントロールユニットB45及びコントロールユニットA46によって集約できるものとしてある。

すると、その情報を遠隔場所でのディスプレイなどの表示部47上で確認でき、現在の打設高さをリアルタイムに把握できるものとなる。 40

【0077】

さらに、型枠バイブレータ等遠隔制御可能な振動機を集中制御可能とした場合、1人で打設高さに合わせてバイブレータを制御可能であり、覆工打設締め固め作業において大幅な省力化が可能である。

さらに、打設高さに応じてバイブレータの稼働を自動的に制御する方法とすれば、覆工打設・締め固め作業の自動化・無人化が実現できる。

【0078】

なお、照度センサではなく、赤外線等を利用した近接センサ、または、照度と近接両方の機能を有するセンサを利用することも可能である。 50

また、想定打設量（設計量）と現在打設量を別途把握することで、より精度よく打設高さを検出することが可能である。

【 0 0 7 9 】

さらに、図 1 1 に示すように、コントロールユニット A 4 6 により、ディスプレイなどの表示部 4 7 には、図 9、図 1 0 の様な表示がなされる。

すなわち、コントロールユニット A 4 6 は、トンネル内画像表示手段 4 8、非接触型センサ位置表示手段 4 9、トンネル展開画像表示手段 5 0、各種情報表示手段 5 1、カメラ映像表示手段 5 2 などを有しており、これらの手段が作動して図 9、図 1 0 の様な表示が行われる。

ところで、表示部 4 7 に表示されるコンクリート 7 の打設済み箇所の表示については、
10 締固め作業が終了した箇所と、締固め作業が終了していない箇所について、さらに色分け表示をしたりし、何らかの形で締固め作業の進捗状況が認識できる表示にすることが好ましい。

【 0 0 8 0 】

尚、前記非接触型センサ位置表示手段 4 9 で表示される非接触型センサは、各打重ねセンサや各感知センサだけではなく、例えば、各打重ねセンサと各感知センサとの間などに、複数のセンサを配置し、もって、コンクリートの充填位置などが詳細に理解出来る様構成しても構わない。

【 0 0 8 1 】

そしてこれら表示のレイアウトなどの制御は表示レイアウト制御部 5 3 によって行われ
20 ている。

【符号の説明】

【 0 0 8 2 】

- 1 第 1 筒先
- 2 第 2 筒先
- 3 第 3 筒先
- 4 第 4 筒先
- 5 第 5 筒先
- 6 セントル
- 7 コンクリート
- 8 トンネル
- 1 1 第 1 打重ねセンサ
- 1 2 第 2 打重ねセンサ
- 1 3 第 3 打重ねセンサ
- 1 4 第 4 打重ねセンサ
- 1 5 第 5 打重ねセンサ
- 1 6 先端窓
- 1 7 外部ケース
- 1 8 圧力計
- 1 9 非接触型センサ
- 2 1 第 1 型枠バイブレータ
- 2 2 第 2 型枠バイブレータ
- 2 3 第 3 型枠バイブレータ
- 2 4 第 4 型枠バイブレータ
- 2 5 第 5 型枠バイブレータ
- 2 6 第 6 型枠バイブレータ
- 2 7 コンクリート温度計
- 2 8 各型枠バイブレータ起動部
- 2 9 リミットスイッチ

30

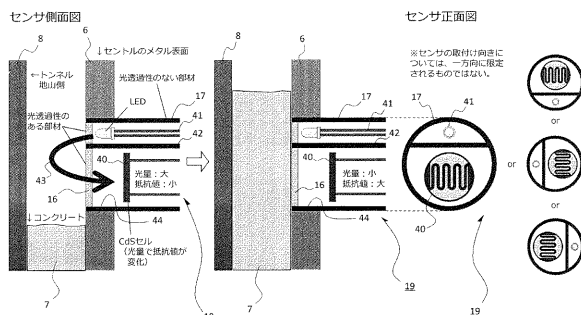
40

- 3 0 第1感知センサ
- 3 2 第2感知センサ
- 3 3 第3感知センサ
- 3 4 第4感知センサ
- 3 5 第5感知センサ
- 4 0 光センサ部
- 4 1 投光部
- 4 2 仕切り部材
- 4 3 光
- 4 4 取付孔
- 4 5 コントロールユニット B
- 4 6 コントロールユニット A
- 4 7 表示部
- 4 8 トンネル内画像表示手段
- 4 9 非接触型センサ位置表示手段
- 5 0 トンネル展開画像表示手段
- 5 1 各種情報表示手段
- 5 2 カメラ映像表示手段
- 5 3 表示レイアウト制御部
- 5 4 コンクリートポンプ車

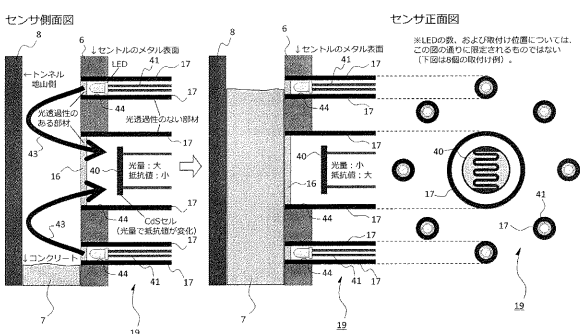
10

20

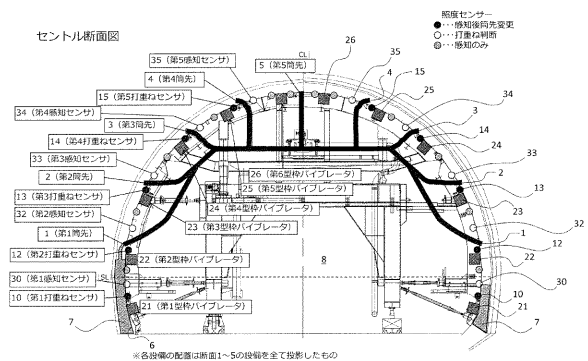
【図1】



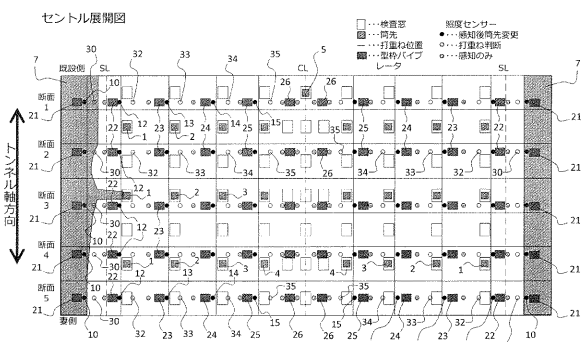
【図2】



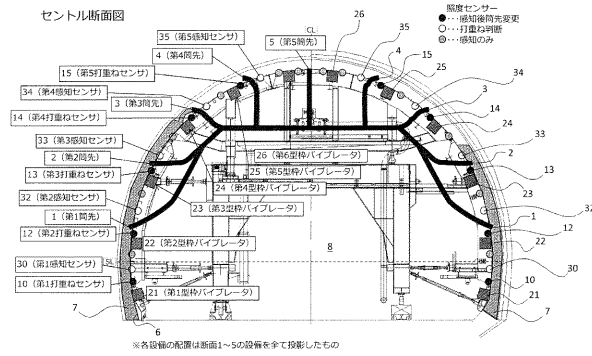
【図3】



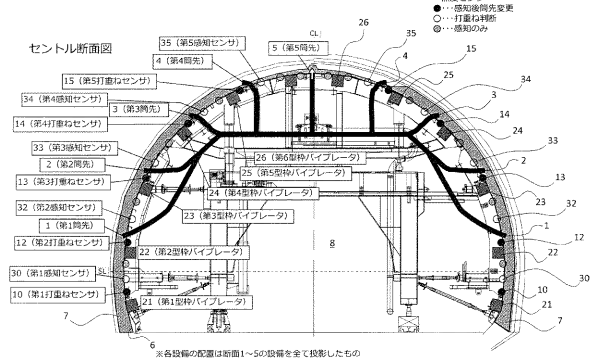
【図4】



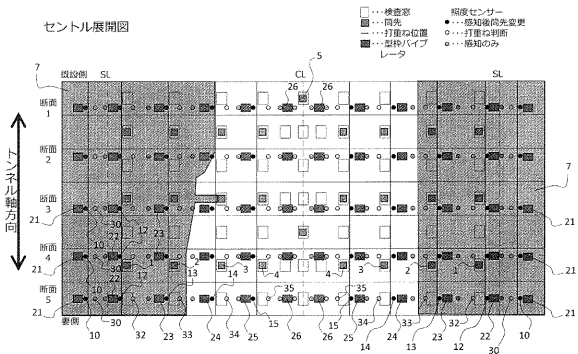
【図 5】



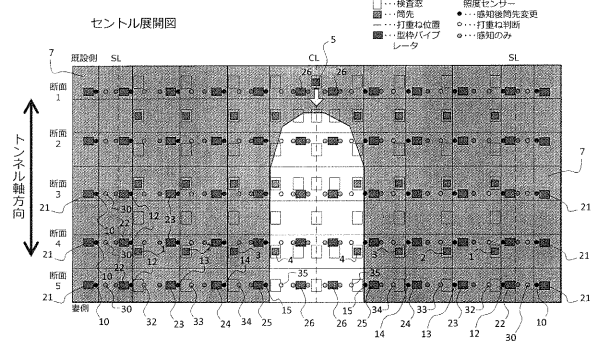
【図 7】



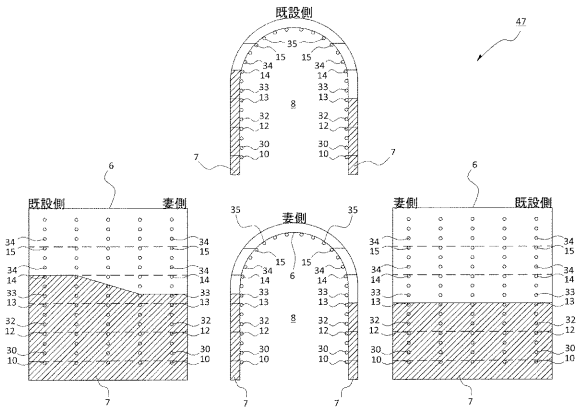
【図 6】



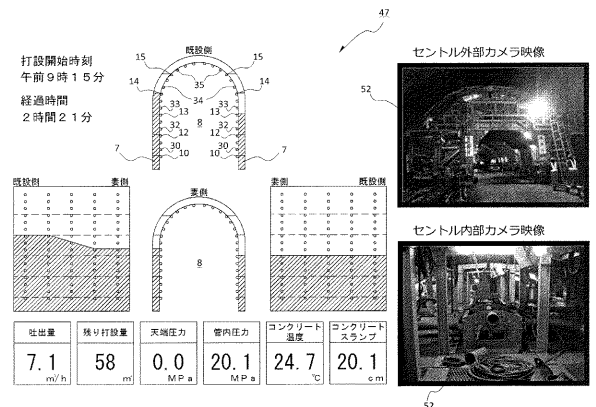
【図 8】



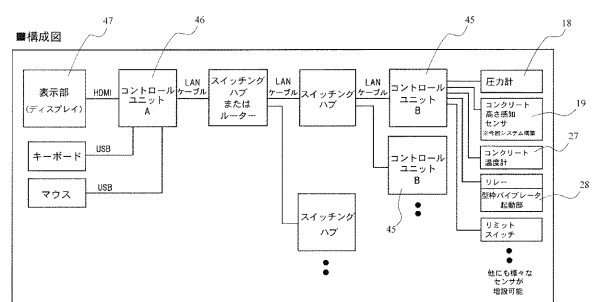
【図 9】



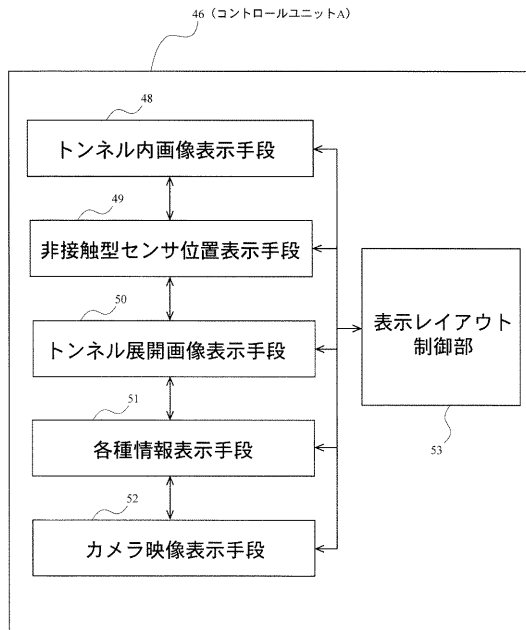
【図 10】



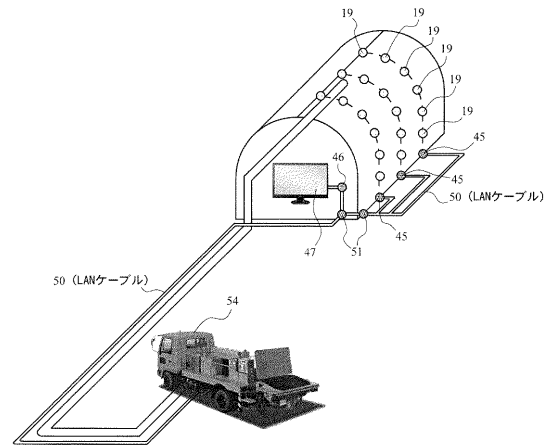
【図 11】



【図 1 2】



【図 1 3】



フロントページの続き

- (72)発明者 熊谷 幸樹
神奈川県川崎市高津区坂戸三丁目2番1号 飛島建設株式会社 土木事業本部内
- (72)発明者 松田 浩朗
神奈川県川崎市高津区坂戸三丁目2番1号 飛島建設株式会社 土木事業本部内
- (72)発明者 山田 博
神奈川県川崎市高津区坂戸三丁目2番1号 飛島建設株式会社 土木事業本部内
- (72)発明者 滝波 真澄
神奈川県川崎市高津区坂戸三丁目2番1号 飛島建設株式会社 土木事業本部内
- (72)発明者 中平 憲文
神奈川県横須賀市芦名2丁目8番32号 株式会社北斗工業内
- (72)発明者 對馬 陽公
神奈川県横須賀市芦名2丁目8番32号 株式会社北斗工業内
- (72)発明者 岩井 善紀
滋賀県長浜市春近町90番地 大栄工機株式会社内

審査官 荒井 良子

- (56)参考文献 特開平04-030096 (JP, A)
特開2002-148102 (JP, A)
実開平06-035398 (JP, U)
特開平05-156811 (JP, A)
特開平09-192540 (JP, A)
特開2003-003795 (JP, A)
特開2009-300337 (JP, A)
特開2015-001139 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

E21D 11/00-19/06
E21D 23/00-23/26
G01F 23/00
G01F 23/14-23/296