

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5247491号
(P5247491)

(45) 発行日 平成25年7月24日(2013.7.24)

(24) 登録日 平成25年4月19日(2013.4.19)

(51) Int. Cl. F 1
E 2 1 D 11/10 (2006.01) E 2 1 D 11/10 A

請求項の数 9 (全 16 頁)

(21) 出願番号	特願2009-8448 (P2009-8448)	(73) 特許権者	394017446 マック株式会社 千葉県市川市曾谷8丁目16番3号
(22) 出願日	平成21年1月19日(2009.1.19)	(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
(65) 公開番号	特開2010-163829 (P2010-163829A)	(74) 代理人	100082647 弁理士 永井 義久
(43) 公開日	平成22年7月29日(2010.7.29)	(72) 発明者	官原 宏史 千葉県市川市曾谷8丁目16番3号 マック株式会社内
審査請求日	平成23年10月18日(2011.10.18)	(72) 発明者	古磯 信幸 滋賀県長浜市春近町90番地 大栄工機株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 コンクリート充填方法及びコンクリート充填システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

セントルの内周面と外周面との間の位置関係を調査すると共に、トンネル内空の形状を測定機により計測し、

次に、前記セントルの内周面の位置を計測可能とする複数の被測定部を有した形の前記セントルをトンネル内空内に配置し、

この後、トンネル内空内において、前記測定機により複数の被測定部の位置を繰り返し計測することで前記セントルの変形量を繰り返し検出しつつ、トンネルの内面とセントルの外周面との間にコンクリートを充填するコンクリート充填方法。

【請求項2】

前記測定機により複数の被測定部の位置を繰り返し計測するのに伴い、

セントルの変形量を監視する監視装置に、前記測定機の計測データが入力されて、この監視装置が前記セントルの変形量を表示する請求項1記載のコンクリート充填方法。

【請求項3】

内周面と外周面との間の位置関係が調査され且つ、内周面の位置を計測可能とする複数の被測定部を有したセントルと、

トンネル内空の形状を計測可能とすると共に、トンネル内空内において複数の被測定部の位置を計測可能とする測定機と、

測定機の計測データが入力されて、コンクリートをトンネルの内面とセントルの外周面との間に充填する際のセントルの変形量を監視する監視装置と、

10

20

を含むコンクリート充填システム。

【請求項 4】

被測定部が、セントルの両端側それぞれ及び中央部に各複数ずつ存在する請求項 3 記載のコンクリート充填システム。

【請求項 5】

セントルの形状やセントルの内周面と外周面との間の位置関係を調査すると共に、トンネル内空の形状を測定機により計測し、

次に、これら計測結果に基づき、トンネルの内面とセントルの外周面との間に充填されるコンクリートの量を算出するコンクリート充填方法。

【請求項 6】

前記セントルが、該セントルの内周面の位置を計測可能とする複数の被測定部を有している請求項 5 記載のコンクリート充填方法。

【請求項 7】

トンネルの内面とセントルの外周面との間に充填されるコンクリートの量を算出した後に、

この算出されたコンクリートの量をトンネルの内面とセントルの外周面との間に充填する請求項 5 記載のコンクリート充填方法。

【請求項 8】

内周面と外周面との間の位置関係が調査され且つ、内周面の位置を計測可能とする複数の被測定部を有したセントルと、

トンネル内空の形状を計測可能とすると共に、トンネル内空内において複数の被測定部の位置を計測可能とする測定機と、

測定機の計測データが入力されて、トンネルの内面とセントルの外周面との間に充填するコンクリートの量を算出するコンクリートボリューム算出装置と、

を含むコンクリート充填システム。

【請求項 9】

被測定部が、セントルの両端側それぞれ及び中央部に各複数ずつ存在する請求項 8 記載のコンクリート充填システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、コンクリートを充填する際のセントルの過度な変形を防止し得るコンクリート充填方法及びコンクリート充填システムや、目標とするべきコンクリート打設量を容易に把握し得るコンクリート充填方法及びコンクリート充填システムに関し、山岳トンネルのコンクリート打設に好適なものである。

【背景技術】

【0002】

現在、山岳トンネルは、吹付けコンクリート及びロックボルトを主要な支保部材とした NATM (New Austrian Tunneling Method) により、一般的に掘削されている。そして、掘削された山岳トンネルの内面に支保工を設置して一次覆工すると共に防水シートを敷設した後、山岳トンネルのトンネル内空内に型枠であるセントルをセットしてから、これら防水シートとセントルの外周面との間にコンクリートを打設するという手順が採用されていた。

【0003】

この一方、トンネルの設計手法が近年進歩し、トンネル外からトンネルに加わる外力をすべて支保工で対抗できるようになったのに伴い、コンクリートによる覆工には設計上において強度が必要なくなった。従って、この覆工用のコンクリートの厚み(巻厚)は薄くなる傾向を近年有しているが、コンクリートの巻厚が薄くなればなる程、防水シートとセントルの外周面との間の箇所におけるコンクリートの確実な充填が不可欠とされるようになった。

10

20

30

40

50

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開平2-232499号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかし、従来の方法では、巻厚不足となる当り箇所程度しかトンネル内空を測定しておらず、これに合わせて、コンクリート打設量は予め設定してある設計容量を基準とするだけで、実際に目標とするべきコンクリート打設量が把握されていなかった。また、上記特許文献1に開示されたものもコンクリートの一次覆工を問題としていて、セントルによる二次覆工についての何らの開示もなく、当然に、防水シートとセントルの外周面との間のコンクリートの充填時におけるコンクリート打設量やセントルの挙動に関する何らの記載もなかった。

【0006】

以上より、実際に目標とするべきコンクリート打設量が把握されていないのに伴い、コンクリートの発注量の算定が難しく、コンクリート打設量が多すぎる場合には、多量の残コンクリートが生じ、結果として施工コストが増大するという欠点が生じる他、セントルに過度の応力が生じると共にセントルが大きく変形する虞も有していた。つまり、コンクリートの充填時において、セントルをリアルタイムで測定することも無いのに伴いセントルの挙動が分からないことと合わせて、セントルが過度に変形する等の異常が多発する虞も有していた。

【0007】

他方、コンクリート打設量が少なすぎた場合には、不足したコンクリートの量を追加する必要が生じるが、コンクリート打設の終了間近になってコンクリート打設量が少ないことが分かった時点において追加のミキサー車を依頼しても、コンクリート打設現場にミキサー車が到着するまで長時間を要することになる。

【0008】

従って、この場合には、既に打設が終了してコンクリートが固まった箇所に追加のコンクリートが打設される形になることから、これらのコンクリートの間のつなぎ目がコールドジョイントとなる。つまりこの結果として、コンクリートの不足によって、コールドジョイントなどの問題を引き起こすという欠点をも有していた。

【0009】

本発明は上記事実を考慮し、コンクリートを充填する際のセントルの過度な変形を防止し得るコンクリート充填方法及びコンクリート充填システムを提供することを第1の目的とし、目標とするべきコンクリート打設量を容易に把握し得るコンクリート充填方法及びコンクリート充填システムを提供することを第2の目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

請求項1に係るコンクリート充填方法は、セントルの内周面と外周面との間の位置関係を調査すると共に、トンネル内空の形状を測定機により計測し、

次に、前記セントルの内周面の位置を計測可能とする複数の被測定部を有した形の前記セントルをトンネル内空内に配置し、

この後、トンネル内空内において、前記測定機により複数の被測定部の位置を繰り返し計測することで前記セントルの変形量を繰り返し検出しつつ、トンネルの内面とセントルの外周面との間にコンクリートを充填する。

【0011】

請求項1に係るコンクリート充填方法の作用を以下に説明する。

本請求項のコンクリート充填方法によれば、まず、セントルの内周面と外周面との間の位置関係を調査すると共に、トンネル内空の形状を測定機により計測するようにした。す

なわち、内周面と外周面との間の位置関係を調査してこれらを関連付けるのに伴ってセントルの内周面の位置を計測するだけで、セントルの外周面の位置を把握可能になった。また、トンネル内空の形状を測定機によって計測するのに伴い、トンネル内空の形状を把握可能ともなった。

【 0 0 1 2 】

更に、セントルの内周面の位置を間接的に計測可能とする複数の被測定部を有した形のセントルをトンネル内空内に配置し、トンネル内空内において複数の被測定部の位置を測定機により計測することで、セントルの内周面の位置を計測可能となり、これに伴って予め関連付けられているセントルの外周面の位置をトンネル内空内において把握できるようになる。つまり、トンネル内空とこのトンネル内空の空間内におけるセントルの外周面との位置関係を把握できる結果として、トンネルとセントルとの間の空間の容積をも把握できるようになる。

10

【 0 0 1 3 】

そしてこの後、トンネルの内面とセントルの外周面との間にコンクリートを充填する際に、トンネル内空内において測定機により複数の被測定部の位置を繰り返して計測することで、コンクリートの充填に伴うセントルの変形量を繰り返して検出できるようになる。

【 0 0 1 4 】

従って、本請求項のコンクリート充填方法によれば、セントルの内周面と外周面との間の位置関係を調査してこれらを関連付けると共にトンネル内空の形状を計測することで、トンネルとセントルとの間の空間の容積を把握できるのに伴い、実際に目標とするべきコンクリート打設量が把握される。この結果として、多量の残コンクリートが生じて施工コストが増大したり、コールドジョイントが発生したりすることが無くなる。さらに、セントルの内周面の位置を繰り返して計測するのに伴い、コンクリートを充填する際のセントルの挙動を把握可能となる結果として、セントルが過度に変形する前にコンクリートの充填を停止等して、セントルの過度な変形を防止できるようになる。

20

【 0 0 1 5 】

請求項 2 に係るコンクリート充填方法の作用を以下に説明する。

本請求項に係るコンクリート充填方法は請求項 1 と同一の作用を奏する。但し、本請求項では、前記測定機により複数の被測定部の位置を繰り返して計測するのに伴い、セントルの変形量を監視する監視装置に、前記測定機の計測データが入力されて、この監視装置が前記セントルの変形量を表示するという構成を有している。

30

【 0 0 1 6 】

つまり、本請求項によれば、例えばコンピュータ等の監視装置に測定機の計測データが入力されて、この監視装置によってセントルの変形量を監視してセントルの変形量を表示することで、随時且つ瞬時にセントルの挙動を把握できる結果、セントルが過度の変形する前にコンクリートの充填を確実に停止等できるようになる。

【 0 0 1 7 】

請求項 3 に係るコンクリート充填システムは、内周面と外周面との間の位置関係が調査され且つ、内周面の位置を計測可能とする複数の被測定部を有したセントルと、

トンネル内空の形状を計測可能とすると共に、トンネル内空内において複数の被測定部の位置を計測可能とする測定機と、

40

測定機の計測データが入力されて、コンクリートをトンネルの内面とセントルの外周面との間に充填する際のセントルの変形量を監視する監視装置と、

を含む。

【 0 0 1 8 】

請求項 3 に係るコンクリート充填システムの作用を以下に説明する。

本請求項のコンクリート充填システムによれば、内周面の位置を計測可能とする複数の被測定部をセントルが有し、このセントルの内周面と外周面との間の位置関係が調査されている。また、測定機が、トンネル内空の形状を計測すると共にトンネル内空内において複数の被測定部の位置を計測する。そして、この測定機の計測データが監視装置に入力さ

50

れて、この監視装置によって、トンネルの内面とセントルの外周面との間にコンクリートが充填される際のセントルの変形量が監視される。

【 0 0 1 9 】

従って、本請求項のコンクリート充填システムによれば、内周面と外周面との間の位置関係を調査されたセントルが有する複数の被測定部の位置を測定機が計測すると共に、この測定機がトンネル内空の形状を計測することで、トンネルとセントルとの間の空間の容積を把握できるのに伴い、実際に目標とするべきコンクリート打設量が把握される。この結果として、多量の残コンクリートが生じて施工コストが増大したり、コールドジョイントが発生したりすることが無くなる。

【 0 0 2 0 】

さらに、本請求項のコンクリート充填システムによれば、セントルの内周面の位置を測定機が計測してこの測定機の計測データが監視装置に入力される。そして、この監視装置によって、トンネルの内面とセントルの外周面との間にコンクリートが充填される際のセントルの変形量が監視されることで、コンクリートを充填する際のセントルの挙動を把握可能となる結果として、セントルが過度に変形する前にコンクリートの充填を停止等して、セントルの過度な変形を防止できるようになる。

【 0 0 2 1 】

請求項 4 に係るコンクリートシステムの作用を以下に説明する。

本請求項に係るコンクリートシステムは請求項 3 と同一の作用を奏する。但し、本請求項では、被測定部が、セントルの両端側それぞれ及び中央部に各複数ずつ存在するという構成を有している。

【 0 0 2 2 】

つまり、本請求項によれば、上記のように被測定部がセントルに存在することで、セントルの両端側それぞれ及び中央部で複数ずつ測定できることになり、セントルの全体的な形状がより正確に把握できる。この結果、セントルの外周面とトンネル内空との間の空間の容積をより正確に把握できるだけでなく、セントルの挙動をより正確に把握できるようになる。

【 0 0 2 3 】

請求項 5 に係るコンクリート充填方法は、セントルの形状やセントルの内周面と外周面との間の位置関係を調査すると共に、トンネル内空の形状を測定機により計測し、

次に、これら計測結果に基づき、トンネルの内面とセントルの外周面との間に充填されるコンクリートの量を算出する。

【 0 0 2 4 】

請求項 5 に係るコンクリート充填方法の作用を以下に説明する。

本請求項のコンクリート充填方法によれば、まず、セントルの形状や、セントルの内周面と外周面との間の位置関係を調査すると共に、トンネル内空の形状を測定機により計測することで、トンネル内空の形状が把握されるだけでなく、セントルの内周面の位置を測定するだけで、トンネル内空内におけるセントルの外周面の位置が把握されるようになる。

【 0 0 2 5 】

つまり、トンネル内空の形状とセントルの外周面の位置とをそれぞれ把握できる結果として、これらセントルの外周面とトンネル内空との間の空間の容積をも容易に把握できるようになる。更に、本請求項では、これら計測結果に基づき、トンネルの内面とセントルの外周面との間に充填されるコンクリートの量を算出するようにした。

【 0 0 2 6 】

従って、本請求項のコンクリート充填方法によれば、セントルの形状を調査する他、セントルの内周面と外周面との間の位置関係を調査してこれらに関連付けると共にトンネル内空の形状を計測することで、トンネルとセントルとの間の空間の容積を把握できるのに伴い、実際に目標とするべきコンクリート打設量が把握される。この結果として、多量の残コンクリートが生じて施工コストが増大したり、コールドジョイントが発生したりする

10

20

30

40

50

ことが無くなる。

【 0 0 2 7 】

請求項 6 に係るコンクリート充填方法の作用を以下に説明する。

本請求項に係るコンクリート充填方法は請求項 5 と同一の作用を奏する。但し、本請求項では、前記セントルが、該セントルの内周面の位置を計測可能とする複数の被測定部を有しているという構成を有している。

【 0 0 2 8 】

つまり、本請求項によれば、セントルの内周面の位置を間接的に計測可能とする複数の被測定部を有した形のセントルをトンネル内空内に配置し、トンネル内空内において複数の被測定部の位置を測定機により計測することで、セントルの内周面の位置をより正確に計測可能となり、これに伴って、セントルの外周面とトンネル内空との間の空間の容積をより正確に把握できるようになる。

10

【 0 0 2 9 】

請求項 7 に係るコンクリート充填方法の作用を以下に説明する。

本請求項に係るコンクリート充填方法は請求項 5 と同一の作用を奏する。但し、本請求項では、トンネルの内面とセントルの外周面との間に充填されるコンクリートの量を算出した後に、この算出されたコンクリートの量をトンネルの内面とセントルの外周面との間に充填するという構成を有している。

【 0 0 3 0 】

つまり、本請求項によれば、算出されたコンクリートの量に基づきコンクリートが充填されるので、目標とするべきコンクリート打設量に合わせて、最適にコンクリートの打設が実施されることになる。

20

【 0 0 3 1 】

請求項 8 に係るコンクリート充填システムは、内周面と外周面との間の位置関係が調査され且つ、内周面の位置を計測可能とする複数の被測定部を有したセントルと、

トンネル内空の形状を計測可能とすると共に、トンネル内空内において複数の被測定部の位置を計測可能とする測定機と、

測定機の計測データが入力されて、トンネルの内面とセントルの外周面との間に充填するコンクリートの量を算出するコンクリートボリューム算出装置と、

を含む。

30

【 0 0 3 2 】

請求項 8 に係るコンクリート充填システムの作用を以下に説明する。

本請求項のコンクリート充填システムによれば、内周面の位置を計測可能とする複数の被測定部をセントルが有し、このセントルの内周面と外周面との間の位置関係が調査されている。また、測定機が、トンネル内空の形状を計測すると共にトンネル内空内において複数の被測定部の位置を計測する。そして、この測定機の計測データがコンクリートボリューム算出装置に入力されて、このコンクリートボリューム算出装置によって、トンネルの内面とセントルの外周面との間に充填されるコンクリートの量が算出される。

【 0 0 3 3 】

従って、本請求項のコンクリート充填システムによれば、内周面と外周面との間の位置関係を調査されたセントルが有する複数の被測定部の位置を測定機が計測すると共に、この測定機がトンネル内空の形状を計測することで、トンネルとセントルとの間の空間の容積を把握できるのに伴い、実際に目標とするべきコンクリート打設量が、コンクリートボリューム算出装置により算出されて把握される。この結果として、多量の残コンクリートが生じて施工コストが増大したり、コールドジョイントが発生したりすることが無くなる。

40

【 0 0 3 4 】

請求項 9 に係るコンクリートシステムの作用を以下に説明する。

本請求項に係るコンクリートシステムは請求項 8 と同一の作用を奏する。但し、本請求項では、被測定部が、セントルの両端側それぞれ及び中央部に各複数ずつ存在するという

50

構成を有している。

【0035】

つまり、本請求項によれば、上記のように被測定部がセントルに存在することで、セントルの両端側それぞれ及び中央部で複数ずつ測定できることになり、セントルの全体的な形状がより正確に把握できる。この結果、セントルの外周面とトンネル内空との間の空間の容積をより正確に把握できるようになる。

【発明の効果】

【0036】

以上説明したように本発明の上記構成によれば、コンクリートを充填する際のセントルの過度な変形を防止し得るコンクリート充填方法及びコンクリート充填システムを提供できるという優れた効果を有する他、目標とするべきコンクリート打設量を容易に把握し得るコンクリート充填方法及びコンクリート充填システムを提供できるという優れた効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【0037】

【図1】本発明の一実施の形態に適用されるセントルの展開状態における斜視図である。

【図2】本発明の一実施の形態に適用されるセントルを測定する為の基準点の測定を説明する平面図である。

【図3】本発明の一実施の形態に適用されるセントルの測定を説明する平面図である。

【図4】本発明の一実施の形態に適用されるセントルの測定を説明する斜視図である。

【図5】本発明の一実施の形態に適用されるセントルの正面図であって、反射シートが設置された鉄片を取り付けた状態を示す図である。

【図6】本発明の一実施の形態に適用されるセントルの断面図であって、反射シートが設置された腕木を取り付けた状態を示す図である。

【図7】本発明の一実施の形態が適用されるトンネルを透過して示す斜視図である。

【図8】本発明の一実施の形態が適用されるトンネルを透過して示す斜視図であって、セントルが配置された状態を示す図である。

【図9】本発明の一実施の形態に適用されるセントルをトンネルに配置した状態を示す断面図である。

【図10】本発明の一実施の形態が適用されるトンネルにコンクリートが打設される前のセントルの形状及び、コンクリート打設中或いはコンクリート打設後のセントルの形状を示すディスプレイ上の画像の概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0038】

本発明に係るコンクリート充填方法及びコンクリート充填システムの一実施の形態を図1から図10に示し、これらの図に基づき本実施の形態を説明する。

図1に示すように、本実施の形態に係るコンクリート充填システムの一部とされる型枠であるセントル12は、鋼板と骨組で構成されて例えば10m程度の長さで外周側半径が8m程度の大きさを有する連続体とされる剛体であるものの、全体として円管の一部をその軸方向に沿って切断されたような円弧状の断面を有している。

【0039】

そして、セントル12の両下端寄り部分及びセントル12の両肩部分には、セントル12の軸方向に伸びるヒンジ14がそれぞれ形成されている。このことから、このセントル12は、5つの部材であって相互に同一の曲率を有するような、上側円弧部12C、2つの左右円弧部12D及び、2つの下側円弧部12Eから構成されている。つまり、計4カ所のヒンジ14によりセントル12は、これら5つの部材を組み合わせた構造とされるのに伴い、5つの部材を広げた図1に示す展開状態の他に、5つの部材を折り畳んだ折り畳み状態をもとることが可能となっている。

【0040】

次に、トンネル外において展開状態にこのセントル12を仮組し、この状態におけるセ

10

20

30

40

50

ントル 1 2 の形状測定を以下に説明する。

例えば図 2 に示す屋外の広い空間 K の四隅付近に基準点 P 1 ~ P 4 をそれぞれ配置し、これら各基準点 P 1 ~ P 4 の位置をトータルステーション 1 6 A によって予めそれぞれ測定しておくことにする。これにより、これら各基準点 P 1 ~ P 4 相互間の位置関係を縦横高さ方向それぞれのデータである 3 次元座標データにより、予め把握する。

【 0 0 4 1 】

そして、このトータルステーション 1 6 A をこの空間 K から取り外した後、図 3 及び図 4 に示すように、この空間 K の中心部分を挟んだ空間 K 内の 2 カ所にタワー 4 2 A、4 2 B をそれぞれ設け、その上部にトータルステーション 1 6 B、1 6 C をそれぞれ配置してから、これら 2 つのタワー 4 2 A、4 2 B 間の位置に、展開状態でセントル 1 2 を設置する。

10

【 0 0 4 2 】

尚この際、2 台のトータルステーション 1 6 B、1 6 C によりセントル 1 2 の外周側を形成する外周面 1 2 B の全ての箇所を測定可能とするべく、セントル 1 2 の上端の高さより高い位置にトータルステーション 1 6 B、1 6 C を配置するように 2 つのタワー 4 2 A、4 2 B の高さを設定する。さらに、セントル 1 2 の一端部と対向する位置であって、セントル 1 2 の内周側を形成する内周面 1 2 A の全ての箇所を測定可能な位置にも、トータルステーション 1 6 D を配置する。

【 0 0 4 3 】

上記の状態において、まず各基準点 P 1 ~ P 4 の内の少なくとも何れか 2 つの基準点を 3 台のトータルステーション 1 6 B、1 6 C、1 6 D でそれぞれ測定することにより、各トータルステーション 1 6 B、1 6 C、1 6 D 自身の 3 次元座標データをそれぞれ求める。この後、セントル 1 2 の内周面 1 2 A をトータルステーション 1 6 D で測定すると共に、セントル 1 2 の外周面 1 2 B をトータルステーション 1 6 B、1 6 C で測定することで、セントル 1 2 の内周面 1 2 A 及びセントル 1 2 の外周面 1 2 B の 3 次元座標データを求める。

20

【 0 0 4 4 】

これに伴い、セントル 1 2 の内周面 1 2 A とセントル 1 2 の外周面 1 2 B との間の距離が把握できるので、これらの面間の距離を実質的に測定したことになる。つまり、計 3 台のレーザー光等を用いた光学式の測定機であるトータルステーション 1 6 B、1 6 C、1 6 D を用いて、セントル 1 2 の形状を測定するのに伴って、セントル 1 2 の円弧状とされる形状や、セントル 1 2 の内周面 1 2 A と外周面 1 2 B との間の位置関係を 3 次元座標データで調査したことになる。

30

【 0 0 4 5 】

具体的にセントル 1 2 の内周面 1 2 A を測定する際には、図 1 に示すように、セントル 1 2 を構成する 5 つの部材である上側円弧部 1 2 C、2 つの左右円弧部 1 2 D 及び、2 つの下側円弧部 1 2 E における、セントル 1 2 の一端側、セントル 1 2 の軸方向中央部及び、セントル 1 2 の他端側に、セントル 1 2 の内周面 1 2 A の位置を計測可能とする被測定部であるレーザー光を反射する反射シート 1 8 を各 1 つずつ設置する。このことで、セントル 1 2 の内周面 1 2 A の合計 1 5 点の箇所に、計測点 P A (図 5 及び図 6 参照) として反射シート 1 8 が設置されることになる。

40

【 0 0 4 6 】

この際、セントル 1 2 の内周面 1 2 A との位置関係を正確に測定しつつこの内周面 1 2 A に対してオフセットした位置とされる箇所であって、トータルステーション 1 6 D から見え且つトンネル内での作業の際にも支障にならない箇所に、反射シート 1 8 を設置することにする。尚、オフセットの仕方としては、図 5 に示すセントル 1 2 への鉄片 2 0 の溶接や、図 6 に示すセントル 1 2 への腕木 2 2 の溶接の他に、インバール線 (棒) などによるセントル 1 2 からの吊り下げが、考えられる。

【 0 0 4 7 】

以上より、セントル 1 2 の外周面 1 2 B の計測点 P B と内周面 1 2 A に対してオフセッ

50

トして取り付けた計測点 P A とを同時に測定して、セントル 1 2 の外周面 1 2 B とセントル 1 2 の内周面 1 2 A との間における、セントル 1 2 を構成する各部における両端側それぞれ及び中央部の 3 力所ずつの内周面 1 2 A と外周面 1 2 B との間の位置関係を測定することで調査して、これらの面の関連を予め付けておくことにする。この結果として、間接的な計測点 P A とされる反射シート 1 8 とセントル 1 2 の外周面 1 2 B の計測点 P B との関連が把握できる。つまり、計測によりオフセット量を考慮したセントル 1 2 の内周面 1 2 A の位置が判明することになるので、これに伴ってセントル 1 2 の外周面 1 2 B の位置を測定者は把握可能ともなる。

【 0 0 4 8 】

他方、山岳トンネル等のトンネル 1 0 を掘削する場合には、予めトンネル 1 0 の設計断面より大きめに掘削しておいて、図 9 に示すように鋼製でアーチに形成された支保工 3 0 を掘削後にトンネル 1 0 の内面に沿って等間隔で配置する。つまり、地山 3 4 がトンネル 1 0 内に崩れようとする力にこの支保工 3 0 が対抗することで、トンネル 1 0 内の空間が確保されるようになっている。

【 0 0 4 9 】

この掘削の後に、一次コンクリート 2 8 を吹付け、更に地山 3 4 から出てくる湧水が覆工用のコンクリートに悪影響を及ぼさないように、例えば厚さが 0 . 8 ミリで合成樹脂製の防水シート 3 2 をトンネル 1 0 の内面側及び支保工 3 0 の内側に沿って敷設する。そして、上記のようにトンネル 1 0 の内面側に防水シート 3 2 が敷設された状態で、セントル 1 2 の妻側であって坑内作業車両等の支障にならないトンネル 1 0 内の箇所に、レーザー光等を用いた光学式の測定機であるトータルステーション 1 6 をセットして、トンネル内空 1 0 A の形状をこのトータルステーション 1 6 によって前述と同様の 3 次元座標データとする形で計測する。

【 0 0 5 0 】

具体的には、まず図 7 に示すようにトンネル内空 1 0 A 内である坑内の任意の位置に、トータルステーション 1 6 を据付け、既知の 2 点のバック点を自動視準して、トータルステーション 1 6 自身の位置計測を行ってから、一次コンクリート 2 8 の吹き付け面に敷設された防水シート 3 2 の面をこのトータルステーション 1 6 によって自動計測する。このことで、防水シート 3 2 が敷設された状態におけるトンネル 1 0 の各断面を把握できるのに伴い、トンネル 1 0 の内面側の形状を把握することができる。

【 0 0 5 1 】

つまり、トンネル内空 1 0 A の掘削方向に沿った例えば 0 . 5 m 毎に、トンネル内空 1 0 A の同一断面当たり例えば 1 0 点程度測定する形で、トンネル 1 0 の内面を多数点測定する。尚、トータルステーション 1 6 には、このトータルステーション 1 6 の計測データが入力されてセントル 1 2 の変形量を常時監視するための監視装置であるコンピュータ 3 6 が接続されている。

【 0 0 5 2 】

この後、トンネル内空 1 0 A 内であって、既に覆工が終了したコンクリート 3 8 の部分に隣り合った箇所に、計測点 P A としての反射シート 1 8 を合計 1 5 点の箇所に設置したままの形で、前述のセントル 1 2 が必要に応じて上げ越しや広げ越し等を考慮して、図 8 に示すように展開状態で配置される。すなわち、セントル 1 2 の一端側、セントル 1 2 の軸方向中央部及び、セントル 1 2 の他端側が、トンネル 1 0 の妻、中央、ラップの三か所に対応するのに伴い、トンネル 1 0 の妻、中央、ラップの三か所に合計 1 5 点の計測点 P A が設置されていることになる。

【 0 0 5 3 】

この際、図 9 に示すように、トンネル 1 0 の妻側に対応するセントル 1 2 の端部とトンネル 1 0 の内面との間には、この部分からのコンクリートの漏れ出しを防ぐための板材 5 2 が設置され、また、セントル 1 2 には止め金具 5 4 がねじ止められていて、この板材 5 2 の基端側を止め金具 5 4 で押さえつけている。

【 0 0 5 4 】

10

20

30

40

50

さらに、セントル 1 2 内には、円弧状に形成された金属フレーム 5 6 が配置されていて、この金属フレーム 5 6 から伸びるアーム材 5 6 A の先端側との間には、板材 5 2 を支えるための支持棒 5 8 が取り付けられている。このことから、コンクリートが充填される際に生じる力によってこの板材 5 2 が倒れて、トンネル 1 0 の内面とセントル 1 2 の外周面 1 2 B との間の空間 S からコンクリートが漏れ出す虞が確実になくなる。

【 0 0 5 5 】

次に、これらトンネル内空 1 0 A の形状や計測点 P A の計測結果に基づいて、トータルステーション 1 6 の計測データが入力されてコンクリートボリューム算出装置ともされるコンピュータ 3 6 が、トンネル 1 0 の内面とセントル 1 2 の外周面 1 2 B との間の空間 S に充填されるべきコンクリートの量を算出する。

10

【 0 0 5 6 】

この際、充填されるべきコンクリートの必要打設量は、トータルステーション 1 6 により計測されたトンネル内空 1 0 A の形状から得られた容積から、セントル 1 2 の内周面 1 2 A と関連付けられているセントル 1 2 の外周面 1 2 B から得られたセントル 1 2 の容積を差し引いたものであり、単位断面の空間を 1 スパン打設あたりの長さ間で積分したものとなる。

【 0 0 5 7 】

この算出された量に基づき、図示しないミキサ車から送られてこれらトンネル 1 0 の内面とセントル 1 2 の外周面 1 2 B との間にコンクリートを充填開始するが、このコンクリートの充填中においても、トンネル内空 1 0 A 内でトータルステーション 1 6 により複数の反射シート 1 8 の位置を繰り返して計測して、セントル 1 2 の変形量を繰り返して検出する。つまり、コンクリートの必要打設量は、トンネル内空 1 0 A の形状から得られた容積により決定されて本来一定となるものの、打設したコンクリートの影響でセントル 1 2 の形状が刻々と変化を続けていることから、このコンクリートの必要打設量は変化することになる。

20

【 0 0 5 8 】

次に、本実施の形態に係るコンクリート充填方法及びコンクリート充填システムの作用を以下に説明する。

本実施の形態のコンクリート充填方法によれば、まず、セントル 1 2 の形状や、セントル 1 2 の内周面 1 2 A と外周面 1 2 B との間の位置関係を調査すると共に、トンネル内空 1 0 A の形状をトータルステーション 1 6 B、1 6 C、1 6 D により計測するようにした。

30

【 0 0 5 9 】

すなわち、内周面 1 2 A と外周面 1 2 B との間の位置関係を調査してこれらに関連付けるのに伴って、セントル 1 2 の内周面 1 2 A の位置を計測するだけで、セントル 1 2 の外周面 1 2 B の位置を把握可能になった。また、トンネル内空 1 0 A の形状をトータルステーション 1 6 D によって計測するのに伴い、トンネル内空 1 0 A の形状を把握可能ともなった。

【 0 0 6 0 】

更に、セントル 1 2 の内周面 1 2 A の位置を間接的に計測可能とする複数の反射シート 1 8 を有した形のセントル 1 2 をトンネル内空 1 0 A 内に配置し、トンネル内空 1 0 A 内において複数の反射シート 1 8 の位置をトータルステーション 1 6 により計測することで、セントル 1 2 の内周面 1 2 A の位置を計測可能となり、これに伴って予め関連付けられているセントル 1 2 の外周面 1 2 B の位置をトンネル内空 1 0 A 内において把握できるようになる。つまり、トンネル内空 1 0 A とこのトンネル内空 1 0 A の空間 S 内におけるセントル 1 2 の外周面 1 2 B との位置関係を把握できる結果として、トンネル 1 0 とセントル 1 2 との間の空間 S の容積をも把握できるようになる。

40

【 0 0 6 1 】

そしてこの後、トンネル 1 0 の内面とセントル 1 2 の外周面 1 2 B との間にコンクリートを充填する際に、トンネル内空 1 0 A 内においてトータルステーション 1 6 により複数

50

の反射シート18の位置を繰り返して計測することで、コンクリートの充填に伴うセントル12の変形量を繰り返して検出できるようになる。また、これに伴い、セントル12の変形量を監視するコンピュータ36に、トータルステーション16の計測データが入力されて、このコンピュータ36がセントル12の変形量を表示する。

【0062】

具体的には、コンクリート打設前の状態における図10(A)~(C)に示すコンピュータ36のディスプレイ上の画像から、コンクリート打設中或いはコンクリート打設後の状態における図10(D)~(F)に示すコンピュータ36のディスプレイ上の画像のように、トンネル10の内面に対するセントル12の外周面12Bの形状が変移する(変移量は倍率を拡大して誇張して示されている)ようになる。これに伴い、コンピュータ36のディスプレイ上の端部に、セントル12の最大の変形量を数値で表示する。

【0063】

ここで、図10(D)~(F)における点線Gは外周面12Bのコンクリート打設前の位置であり、図10(A)、(D)がセントル12の一端側における状態を示し、図10(B)、(E)がセントル12の軸方向中央部における状態を示し、図10(C)、(F)がセントル12の他端側における状態を示している。

【0064】

以上より、本実施の形態のコンクリート充填方法及びコンクリート充填システムによれば、内周面12Aと外周面12Bとの間の位置関係を調査されたセントル12が有する複数の反射シート18の位置をトータルステーション16が計測すると共に、このトータルステーション16がトンネル内空10Aの形状を計測することで、トンネル10とセントル12との間の空間Sの容積を把握して、トンネル10の内面とセントル12の外周面12Bとの間に充填されるコンクリートの量をコンピュータ36が算出することができる。

【0065】

つまり、トンネル内空10A内におけるセントル12の外周面12Bの位置を把握するのに伴い、実際に目標とするべきコンクリート打設量が把握されるようになる。この結果として、多量の残コンクリートが生じて施工コストが増大したり、コールドジョイントが発生したりすることが無くなる。

【0066】

さらに、本実施の形態のコンクリート充填方法及びコンクリート充填システムによれば、セントル12の内周面12Aの位置をトータルステーション16が繰り返し計測して、このトータルステーション16の計測データがコンピュータ36に繰り返し入力される。そして、このコンピュータ36によって、トンネル10の内面とセントル12の外周面12Bとの間にコンクリートが充填される際のセントル12の変形量を監視してセントル12の変形量を表示することで、コンクリートを充填する際のセントル12の挙動を随時且つ瞬時に把握可能となる。この結果として、セントル12が過度に変形する前にコンクリートの充填を停止等して、セントル12の過度な変形を防止できるようになる。

【0067】

他方、本実施の形態によれば、広げ越しや上げ越しも完全に考慮したセントル12のトンネル10内におけるセット位置を計測することで、コンクリートの目標打設量の把握、セントル12の変形の防止及び、コンクリート発注の迅速化が、可能となるだけでなく、巻厚を確保した上での最小の打設量になる位置にセントル12をセット可能となることで、余巻き量の減少にも繋がるようになる。

【0068】

そして、コンクリートの発注数量は、配管内残量、コンクリートポンプ内残量、トラックミキサー車内残量及び余裕分を必要打設量に足した数量から算出可能となることから、多量の残コンクリートが生じることがなくなる。つまり、コンクリートの算出量が打設量より大きい場合は、充填不足の空洞が存在することが容易に予想でき、他方、算出したボリュームに合わせてミキサー車を手配できるため、打設を連続的に行える結果、コールドジョイントや油染みを防止でき、品質の良い二次覆工が可能となる。

【 0 0 6 9 】

さらに、セントル 1 2 のセットの際に、上げ越し、広げ越し、誤差等によりセット位置が毎回変化する他、打設しているコンクリートの重量や締め固めに使用するバイブレータの振動等によりセントル 1 2 が変形する場合であっても、本実施の形態によれば、トンネル 1 0 とセントル 1 2 との間の空間 S の容積を把握して、トンネル 1 0 の内面とセントル 1 2 の外周面 1 2 B との間に充填されるコンクリートの量を算出できる。

【 0 0 7 0 】

尚、上記実施の形態では、セントル 1 2 の一端側、セントル 1 2 の軸方向中央部及び、セントル 1 2 の他端側に、各 5 点ずつ計測点を設けたが、精度上問題がなければ、3 点程度に計測点を減らしても良い。また、上記実施の形態では、測定機がレーザー光等を用いた光学式のトータルステーションとされたが、他の光学式の測定機であっても良く、また、精度上問題がなければ、他の方式の測定機であっても良い。

10

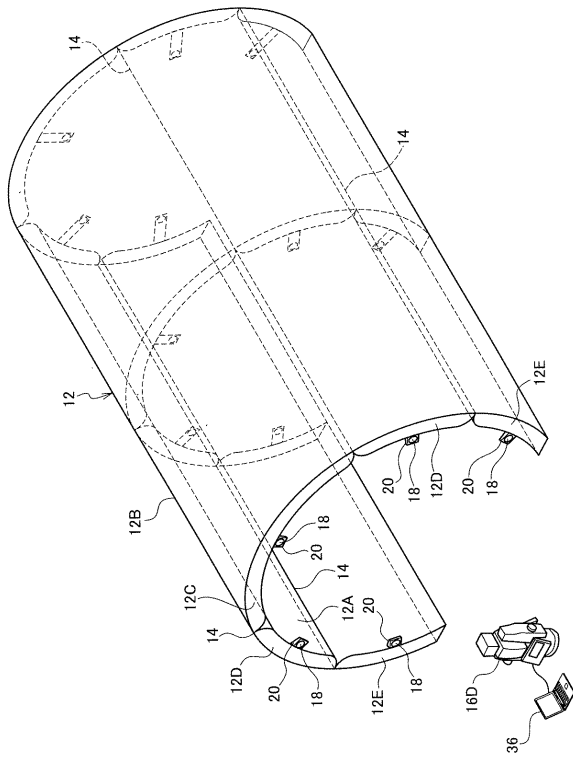
【 符号の説明 】

【 0 0 7 1 】

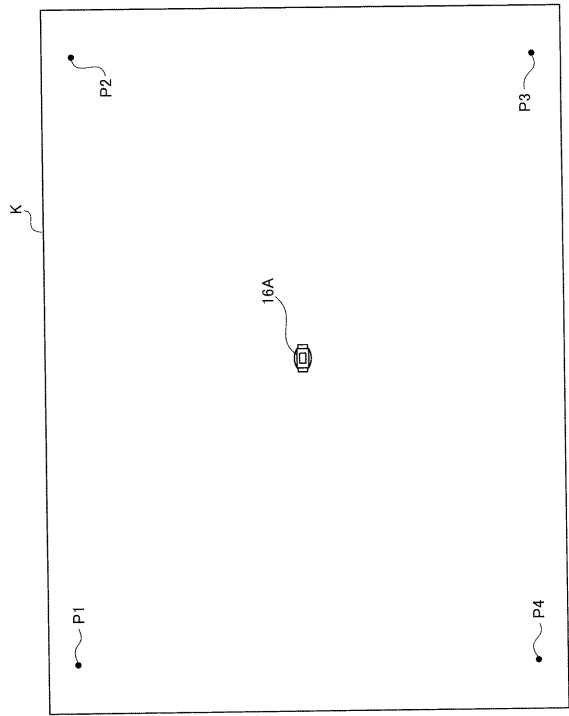
- 1 0 トンネル
- 1 0 A トンネル内空
- 1 2 セントル
- 1 2 A 内周面
- 1 2 B 外周面
- 1 6 トータルステーション (測定機)
- 1 6 A トータルステーション (測定機)
- 1 6 B トータルステーション (測定機)
- 1 6 C トータルステーション (測定機)
- 1 6 D トータルステーション (測定機)
- 1 8 反射シート (被測定部)
- 3 6 コンピュータ (監視装置、コンクリートポリューム算出装置)
- S 空間
- P A 計測点
- P B 計測点

20

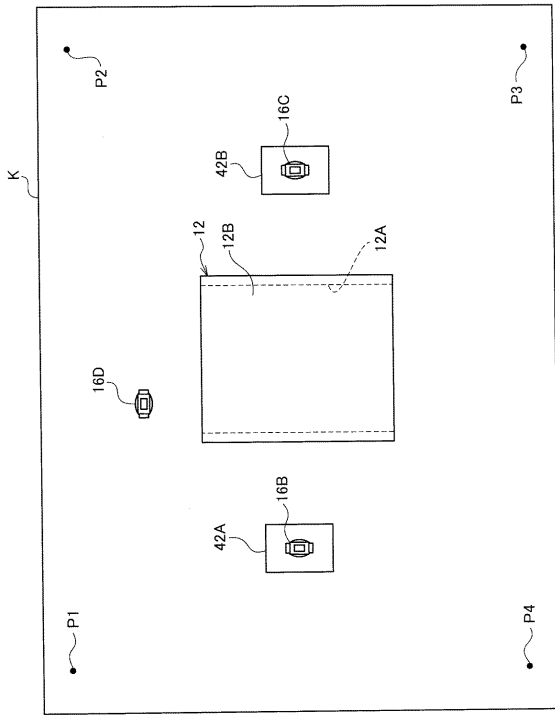
【図 1】



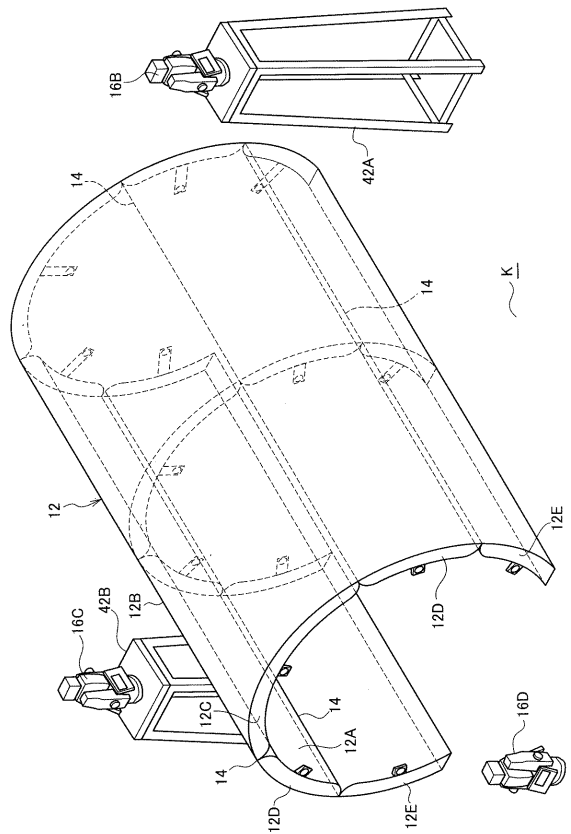
【図 2】



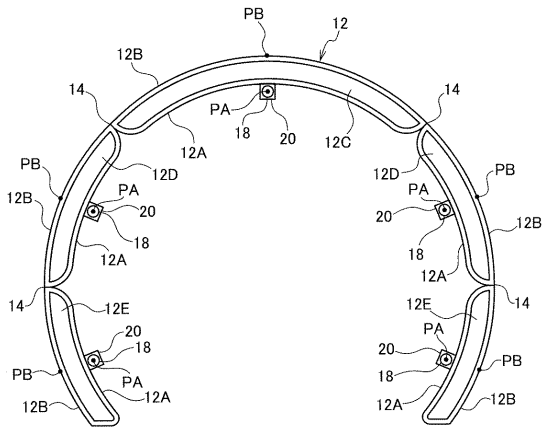
【図 3】



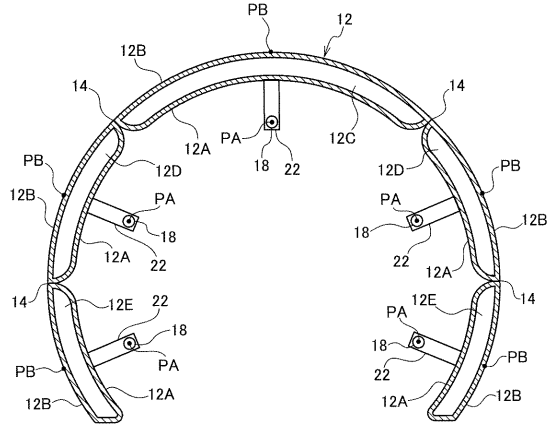
【図 4】



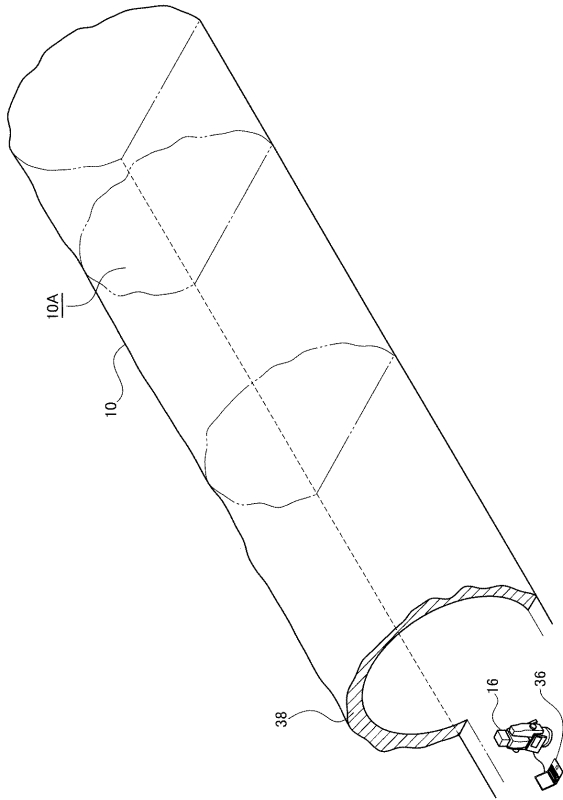
【 図 5 】



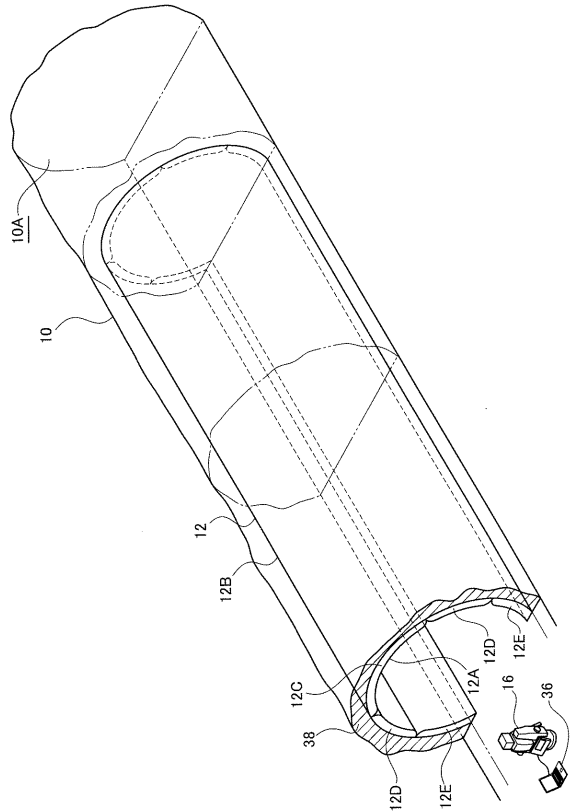
【 図 6 】



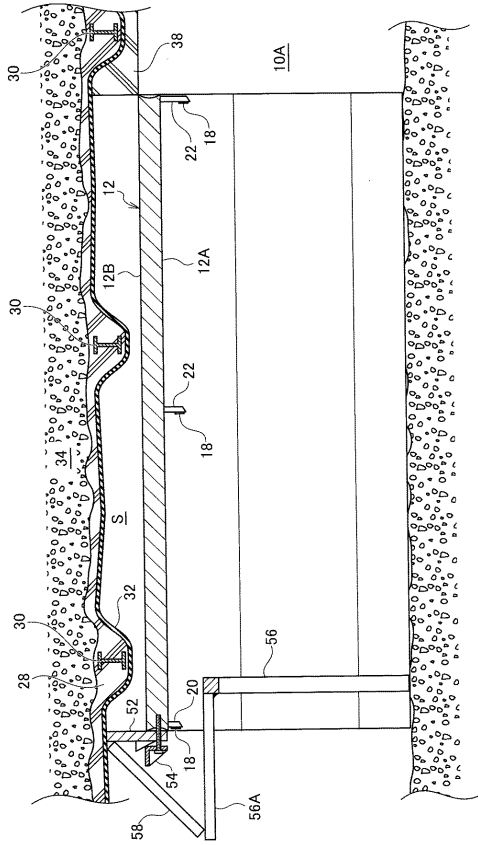
【 図 7 】



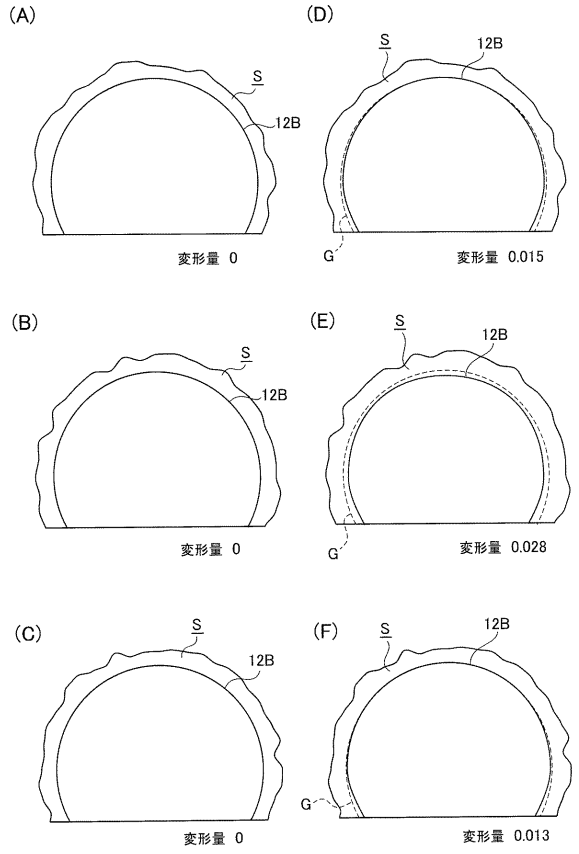
【 図 8 】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

審査官 須永 聡

(56)参考文献 特開2000-088572(JP,A)
特開2000-120394(JP,A)
特開2001-165656(JP,A)
特開平03-224992(JP,A)
特開平04-161596(JP,A)
特開平04-161593(JP,A)
特開平07-026898(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

E 2 1 D 1 1 / 1 0

C i N i i