

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	FI	技術表示箇所
E 2 1 D 9/06	3 0 1		E 2 1 D 9/06	3 0 1 T

請求項の数1(全6頁)

(21) 出願番号	特願平1-139030	(73) 特許権者	999999999 建設省土木研究所長 茨城県つくば市大字旭1番地
(22) 出願日	平成1年(1989) 6月2日	(73) 特許権者	999999999 株式会社大本組 岡山県岡山市内山下1丁目1番13号
(65) 公開番号	特開平3-5592	(73) 特許権者	999999999 株式会社小松製作所 東京都港区赤坂2丁目3番6号
(43) 公開日	平成3年(1991) 1月11日	(73) 特許権者	999999999 佐藤工業株式会社 富山県富山市桜木町1番11号
特許法第30条第1項適用申請有り 昭和64年2月9日、 社団法人日本トンネル技術協会主催「地下空間利用に關 する建設技術研究発表会」で発表		(74) 代理人	弁理士 原田 信市
		審査官	安藤 勝治

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 シールド工法

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】シールド掘進機のカッタにより切削された土砂に、シールド掘進機のチャンバ内で添加材を混合して液状化させ、その液状土砂の圧力により地山圧力に抵抗させながら、上記チャンバ内の圧力を複数の圧力センサにより検出してその圧力勾配を求め、この圧力勾配と推定した地山圧力勾配との差に従って上記添加材の添加率を調整し、またチャンバ内の液状土砂を、チャンバ内圧力と推定した地山圧力との差に従って排出量を調整し、かつ掘進に同調させて、液体の遮断機能を有した密閉型ポンプにより排出することを特徴とするシールド工法。

【発明の詳細な説明】

【産業上の利用分野】

本発明は、掘削した土砂を利用して地山圧力に対抗させながら掘進するシールド工法に関するものである。

2

【従来の技術】

従来の一般的なシールド工法としては、泥水加圧シールド工法と泥土加圧シールド工法とがあり、それぞれ次のような問題点があった。

① 泥水加圧シールド工法

(a) 泥水加圧シールド工法の切羽原理は、シールド掘進機のチャンバ内に泥水(液体)を充満させた泥水圧力(液圧)により地山に対抗させるもので、第3図に示すように地山圧力の分布Paとチャンバ内の泥水圧力の分布Pbに差異が生ずる。

(b) 掘削土砂は、チャンバより泥水に土砂を混入させた液体として排出されるため、掘削体積の6~10倍の泥水が必要である。

(c) 切羽圧力は送水用ポンプの加圧で、流量の調整は排出用ポンプにより制御するため、複数のバルブが必

10

要である。

(d) 掘削土砂は液体として搬出されるため、搬出後に土砂を水から分離することが必要である。

② 泥土圧シールド工法

(a) 泥土圧シールド工法は、カッタにより切削した土砂に添加材を加えてチャンバ内で混練りすることにより、土砂を塑性流動化させ、シールドジャッキの掘進により発生した泥土圧により切羽の安定を図るもので、第4図に示すように地山圧力の分布Paに対して泥土圧力の分布Pdは上部が小さく、下部が大きくなる。

(b) チャンバからの土砂の排出はスクリーコンベアにより行われているため、これにはチャンバ内の圧力の遮断能力はない。

(c) チャンバ内の圧力制御はスクリーコンベアの回転の増減により行われ、スクリーコンベアで圧力を保持するのは、土砂とスクリー切羽の摩擦抵抗であり、土砂に一定の物性範囲の塑性が必要で、厳密な流動調整を要する。

【発明が解決しようする課題】

本発明の課題は、(1)地山圧力分布に対するチャンバ内圧力分布、(2)掘削土砂の排出、(3)チャンバ内圧力及び排出量の制御の3点について、次のように従来の問題点を解決することにある。

(1) 地山圧力分布に対するチャンバ内圧力分布

従来の泥水加圧シールド工法では、切羽上部が過大圧力となって噴発の恐れがあった。また泥水加圧シールド工法では、上部が過小土圧、下部が過大となり、切羽崩壊を防ぐために上部圧力を地山圧力と同じとすれば、チャンバ内総圧力が過大となり、大きなシールド掘進力が必要であった。

本発明の工法では、切削された土砂に水または添加材を加えて液状化してチャンバ内土砂の比重を調整し、地山圧力分布と同じチャンバ圧力分布を行う。

(2) 掘削土砂の排出

従来の泥水加圧シールド工法では、掘削土砂を泥水と混合した液体として渦巻ポンプで排出していた。ところが、渦巻ポンプは構造上液体の遮断機能が無いため、パイプラインに複数のバルブが必要であった。また泥土圧シールド工法では、掘削土砂に泥材を添加して塑性体としてスクリーコンベアにより排出していたが、スクリーコンベアも構造上液体の遮断機能が無いため、地下水の噴出を防止できなかった。

本発明の工法では、掘削土砂を液状化土砂とし、これをロータリポンプ、スクリーポンプ、ピストンポンプ等の構造上液体の遮断機能を有した密閉型ポンプにより排出するため、チャンバ内の圧力を確実に保持できる。

(3) チャンバ内圧力及び排出量の制御

従来の泥水加圧シールド工法では、送水ポンプにより圧力を、排出ポンプにより排出流量を調整し、流体の流れを停止させるためには複数のバルブが必要で、その制

御には複雑な制御装置を必要とした。また泥土圧シールド工法では、圧力、排出量をスクリーコンベアにより制御しているため、土砂の塑性化状態により圧力の保持能力、排出量が大幅に変化し、適切な制御が困難であった。

本発明の工法では、上記のように液状化した土砂を液体の遮断機能を有した密閉型ポンプにより排出するため、圧力及び排出量を的確に制御できる。

【課題を解決するための手段】

すなわち、本発明が採用した手段は次の通りである。

① シールド掘進機のカッタにより切削された土砂に、シールド掘進機のチャンバ内で添加材を混合して液状化させる。すなわち、土の含水比の違いからその性質を固態、半固態、プラスチックな状態、液態の4段階に分類する土のコンステンシー（緊硬度）でいえば、本発明は掘削した土砂を液態とする。

なお、従来の泥土圧シールド工法における泥土は半固態ないしプラスチックな状態の範疇に入り、泥水加圧シールド工法における泥水は4分類の何れの範疇からも外れた液体である。

② チャンバ内の液状土砂の圧力により地山圧力に対抗させながら、チャンバ内の圧力を複数の圧力センサにより検出してその圧力勾配を求める。この圧力勾配と推定した地山圧力勾配との差に従って添加材の添加率を調整して地山圧力勾配とチャンバ内圧力勾配を同じにする。

③ チャンバ内圧力と推定した地山圧力との差に従って排出量を調整しかつ掘進に同調させて、液体の遮断機能を有した密閉型ポンプによりチャンバ内の液状土砂を排出する。

【作用】

チャンバ内の液状化した土砂の圧力が地山圧力に対抗し、しかもその圧力分布が地山圧力分布と同じであり、かつ液状土砂が液体の遮断機能を有した密閉型ポンプにより、排出量を調節しつつ掘進に同調させて排出されるため、大断面シールドでも常に的確な切羽安定が保持される。

【実施例】

以下、本発明の一実施例を図面を参照して詳細に説明する。

第1図は本発明のシールド工法のシステム構成図である。シールド掘進機1は、カッタ2を回転させて地山3を切削しながらシールドジャッキ4により掘進させる。掘削された土砂は、シールド掘進機1のチャンバ5内で地上から後述の如く送給される添加材を混合させて液状土砂とされ、一定容積のチャンバ5内に充満する。本発明はこの充満させた液状土砂をもって地山圧力に対抗させ、切羽の崩壊を防止する。ここで使用する添加材は土砂を液状化できるものであればよく、例えば泥漿材、高分子材、気泡、水等が考えられる。添加材は後述のようなパイプラインを介してシールド掘進機1へ送給され、

該シールド掘進機1側に備えられている添加材注入ポンプ6により注入口7からチャンバ5中に注入され、カット2の回転により土砂と混合され、さらにアジテータ8により攪拌される。添加材注入ポンプ6としては、ロータリポンプ、スクリーポンプ、ピストンポンプ等の構造上液体の遮断機能を有した密閉型ポンプを使用する。

チャンバ5内の液状土砂の圧力は一定の間隔をおいて配設された複数の圧力センサ(または土圧計)9で検出され、その検出圧力からCPUを含む制御装置10においてチャンバ内液状土砂の圧力勾配が求められる。同時にまた、シールドジャッキ4に備えられたストローク計11により掘進速度が検出される。そして、これら圧力勾配と掘進速度とから制御装置10において添加材注入量が演算され、この添加材入量から添加材注入ポンプ6の回転数が制御され、必要量の添加材がチャンバ5中に注入される。

添加材注入量の調整

添加材は、(a)第2図に示すように地山の圧力勾配Paとチャンバ内圧力勾配Pdとを同じにするために、チャンバ5内の土砂の比重調整を行うこと、(b)土砂を液態として流動化させる注入が必要であること、の2点を考慮して注入量を調整する。土質により(a)、(b)の調整度合は異なるが以下のようにして調整できる。

(a)に関し、地山圧力勾配は、地下水や地盤条件により求めることができるので、これからチャンバ内圧力に必要な土砂の比重は推定できる。

(b)に関し、切削土砂を液態として流動化させるための含水比は地山の土質試験により求めることができる。

(a)に基づく調整量をA、(b)に基づく調整量をBとすると、 $A > B$ の場合にはチャンバ内への注水によってチャンバ内土砂の比重を調整する。

逆に $A < B$ の場合は、高分子系添加材などの特殊な添加材により流動化を促進させ、見掛けの液状化含水比を低下させて $A > B$ の関係とし、比重は注入量により調整する。

具体的には、(a)に関しては、地質調査により地山圧力(地下水圧+土圧)を求め、チャンバ内流動化土砂の必要な比重を推定する。(b)に関しては、土質試験により液性限界と添加材に必要な物性を求め、これにより単位地山体積に対する添加材注入率を求める。

実際の添加材の注入は、ストローク計11により検出したシールドジャッキ4のストロークから制御装置10において地山掘削量を演算し、上記添加材注入率より単位時間当たりの注入量を演算して添加材注入ポンプ6を制御して注入を行う。同時に、土圧センサ9によりチャンバ内液状土砂の比重を検出し、比重の大小により注入率を制御装置10で演算して修正し、チャンバ5内の液状土砂の比重を一定に保つ。なお、添加材注入ポンプ6によって注入される添加材の流量、圧力、比重は流量・圧力・

比重計12によって検出される。

切羽圧力の制御と切削土砂の排出

一定容積のチャンバ5内はそれへの添加材の注入とシールド掘進機1の掘進により圧力が上昇するので、切羽安定のためにチャンバ5内を地山圧力と同等の圧力に保持する必要がある。そこで、切羽圧力の制御は、チャンバ5内の土砂を排土ポンプ13により排出することによって行う。この排土ポンプ13としては、添加材注入ポンプ6と同様にロータリポンプ、スクリーポンプ、ピストンポンプ等の構造上液体の遮断機能を有した密閉型ポンプを使用する。

基本的には、制御装置10にチャンバ目標圧力を予め設定し、土圧センサ9によりチャンバ内圧力を監視し、目標圧力より高い場合には排土ポンプ13の回転を速くして排出土砂量を増加させ、目標圧力より低い場合には排土ポンプ13の回転を遅くして排出土砂量を減少させ、チャンバ5内の圧力を一定に保つように制御する。制御後の一定圧力の維持は、添加材注入パイプ6及び排土ポンプ13が停止してそれ自体が密閉構造になることによって行える。なお、排土ポンプ13によって排出される土砂の流量、圧力、比重は流量・圧力・比重計14によって検出される。

掘削土砂の搬出

排土ポンプ13からの土砂はパイプライン15を介して後方の中継ポンプ16へ送り、さらにこの中継ポンプ16によりパイプライン17で圧送して坑外(地上)へ搬出する。圧送距離が長いときは中継ポンプ16を複数台使用する。なお、中継ポンプ16とパイプライン17による圧送に代えてスリトロによる搬出も可能である。

掘削土量の管理

切羽安定が正しく行われたか否かの判断には掘削土砂の管理が必要である。この実施例では、添加材の注入量を流量・圧力・比重計12で、チャンバ内土砂の排出量を流量・圧力・比重計14で、シールド掘進量をストローク計11でそれぞれ検出し、これらを総計解析することにより掘削土量の適否を判定する。

土砂の処理

掘削土砂は液状化されて排出されるため、土砂と水の分離が必要である。

この実施例では、上記のように中継ポンプ16からパイプライン17を介して搬出される液状土砂をいったん土水混合機18内に入れ、ここで必要により循環水パイプ19からの土砂分離用循環水と混合し、振動篩機20によって礫分を除去する。そして、礫分はベルトコンベア21によってホッパ等へ搬送し、礫分以外の液状土砂は土砂タンク22に一時貯溜し、土砂ポンプ23によって遠心分離機24へ送り、水と土砂とを分離する。分離した土砂はベルトコンベア25によってホッパ等へ搬送し、水は循環水タンク26に一時貯溜し、その一部は循環水ポンプ27により上記のように循環水パイプ19を通じて土砂分離に利用し、余

剰水は調整水ポンプ28により調整水タンク29へ送入する。

一方、添加材プラント30から必要に応じ高分子材等を調整水タンク29内の水に加えて物性を調整し、その水を添加材ポンプ31によりパイプライン32を通じて中継タンク33へ送り、該中継タンク33から添加材注入ポンプ6により前述のように添加材としてチャンバ5内に注入する。

なお、排出液状土砂を水と土砂に分離して処理する例を示したが、パイプライン17を通じて搬出される土砂に固化材等を加えて固化処理することも可能である。

【発明の効果】

本発明のシールド工法によれば次のような効果がある。

- ① 切羽圧力分布が地山圧力分布と近似するため、大断面シールドで有効な山留効果が得られる。
- ② 切羽の圧力制御に密閉型ポンプを使用するため、10 kg以上の高水圧下での圧力保持も確実である。
- ③ 液状土砂にして搬出するため、その輸送用パイプは、泥土圧シールドのポンプ圧送に比較して圧送抵抗が*20

*小さくなるので長距離圧送でき、また泥水加压シールドと比較して循環泥水量が1/3~1/4となるため小規模でよく、土砂輸送コストが低減できる。

④ 切羽圧力制御、土砂輸送制御などの制御対象が少ないので、システムが単純化される。

⑤ 排出土砂の処理に関し、泥水加压シールドと比較して土砂処理量が少ないので、ランニングコストが低減できる。

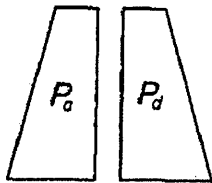
⑥ 大深度地下でも効率よく工事できる。

10 【図面の簡単な説明】

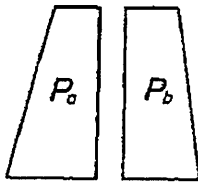
第1図は本発明のシールド工法の一例のシステム構成図、第2図はそれにおける地山圧力分布とチャンバ内圧力分布の関係を示す説明図である。第3図は従来の泥水加压シールド工法における地山圧力分布とチャンバ内圧力分布の関係を示す説明図、第4図は従来の泥土圧シールド工法における同様の説明図である。

1……シールド掘進機、2……カッタ、3……地山、4……シールドジャッキ、5……チャンバ、6……添加材注入ポンプ、9……圧力センサ、11……ストローク計、13……排土ポンプ。

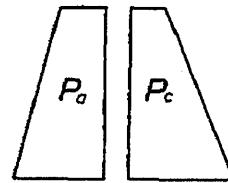
【第2図】



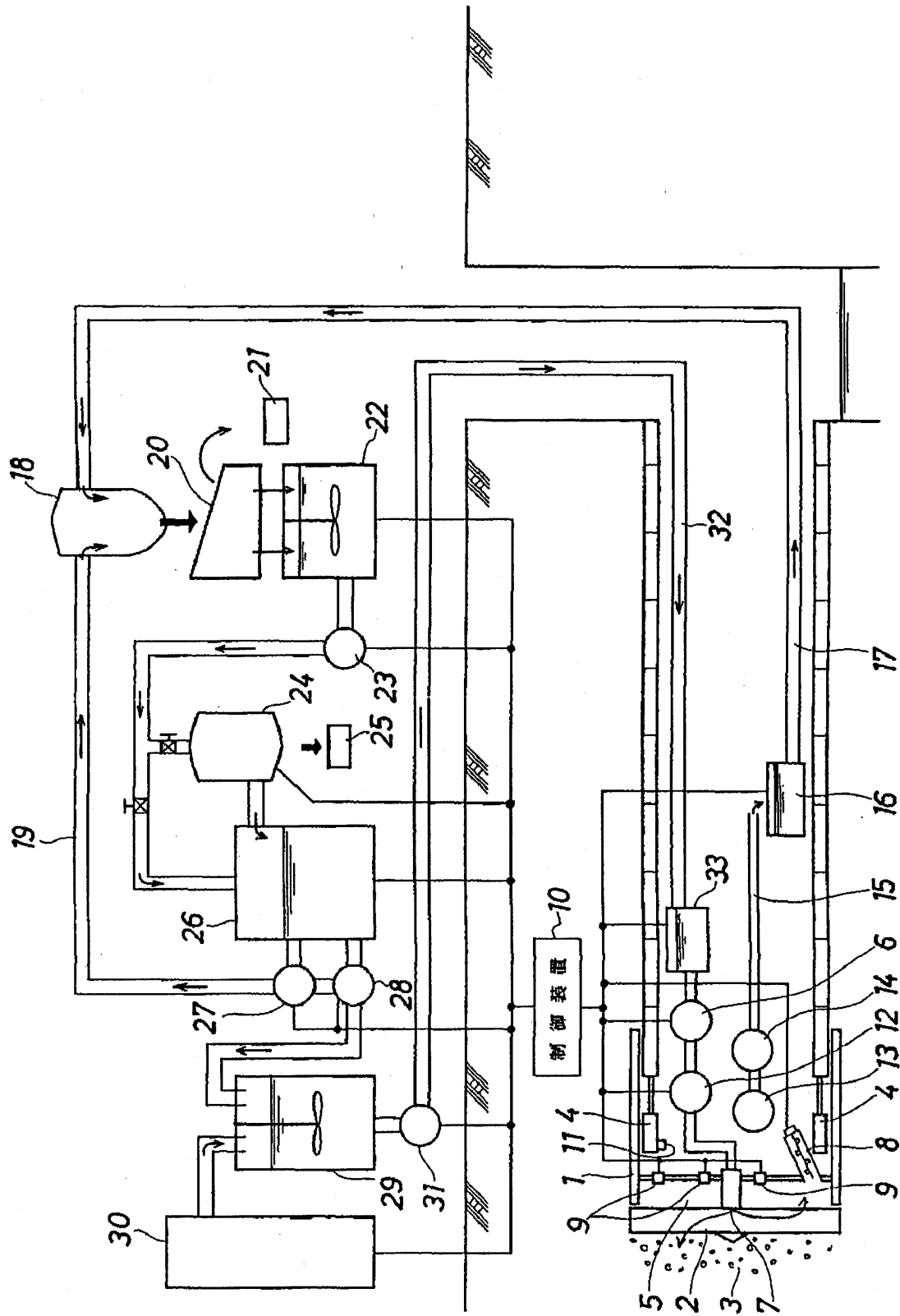
【第3図】



【第4図】



【第1図】



フロントページの続き

- | | | | |
|----------|--|----------|--|
| (73)特許権者 | 999999999
鉄建建設株式会社
東京都千代田区三崎町2丁目5番3号 | (73)特許権者 | 999999999
不動建設株式会社
大阪府大阪市中央区平野町4丁目2番16号 |
| (73)特許権者 | 999999999
東洋建設株式会社
大阪府大阪市中央区高麗橋4丁目1番1号 | (73)特許権者 | 999999999
前田建設工業株式会社
東京都千代田区富士見2丁目10番26号 |
| (73)特許権者 | 999999999
戸田建設株式会社
東京都中央区京橋1丁目7番1号 | (73)特許権者 | 999999999
三井造船株式会社
東京都中央区築地5丁目6番4号 |
| (73)特許権者 | 999999999
飛鳥建設株式会社
東京都千代田区三番町2番地 | (72)発明者 | 足立 義雄
茨城県つくば市大字旭1番地 建設省土木研究所内 |
| (73)特許権者 | 999999999
西松建設株式会社
東京都港区虎ノ門1丁目20番10号 | (72)発明者 | 水谷 敏則
茨城県つくば市大字旭1番地 建設省土木研究所内 |
| (73)特許権者 | 999999999
日本国土開発株式会社
東京都港区赤坂4丁目9番9号 | (72)発明者 | 石村 利明
茨城県つくば市大字旭1番地 建設省土木研究所内 |
| (73)特許権者 | 999999999
株式会社間組
東京都港区北青山2丁目5番8号 | (72)発明者 | 園田 徹士
東京都港区北青山2丁目5番8号 株式会社間組内 |
| (73)特許権者 | 999999999
日立建機株式会社
東京都千代田区大手町2丁目6番2号 | (72)発明者 | 岡田 知己
東京都港区北青山2丁目5番8号 株式会社間組内 |
| (73)特許権者 | 999999999
株式会社フジタ
東京都渋谷区千駄ヶ谷4丁目6番15号 | (56)参考文献 | 特開 昭59-165797 (J P, A) |