

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

第2676011号

(45) 発行日 平成9年(1997)11月12日

(24) 登録日 平成9年(1997)7月25日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
E 2 1 D	9/04		E 2 1 D	9/04 C
	9/00			9/00 A

請求項の数 2 (全 5 頁)

(21) 出願番号	特願平1-147977	(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9日	(73) 特許権者	999999999 株式会社大林組 大阪府大阪市中央区北浜東4番33号
(65) 公開番号	特開平3-13688	(73) 特許権者	999999999 株式会社奥村組 大阪府大阪市阿倍野区松崎町2丁目2番2号
(43) 公開日	平成3年(1991)1月22日	(73) 特許権者	999999999 川崎重工業株式会社 兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番1号
		(74) 代理人	弁理士 志賀 正武 (外2名)
		審査官	大森 伸一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 トンネル掘削における地盤改良方法

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 トンネルを掘削するにあたり予め掘削部地盤を改良する際の地盤改良方法であって、構築すべき本トンネルに先行して該本トンネルを形成すべき掘削部に沿って作業用シールドトンネルを構築する工程と、前記作業用シールドトンネルの内部より改良すべき地盤内に、内部の冷媒を有してなる凍結管を埋設する工程と、前記作業用シールドトンネル内に設置した冷熱供給源により前記凍結管を介して前記掘削部の全周域を凍結固化する工程と、を有することを特徴とするトンネル掘削における地盤改良方法。

【請求項2】 請求項1記載のトンネル掘削における地盤改良方法において、前記凍結管および前記冷熱供給源等の凍結設備を、前記本トンネルの掘削工程に伴って本トンネルの既掘削部分から未掘削部分に対応させて順次移

2

行させていくことを特徴とするトンネル掘削における地盤改良方法。

【発明の詳細な説明】

〔産業上の利用分野〕

本発明はトンネル掘削における地盤改良方法に係わり、特に、掘削地盤を凍結により安定させる、トンネル掘削における地盤改良方法に関するものである。

〔従来の技術〕

トンネルを掘削するにあたっては、工事の安全・経済性・工期を確保する上で、i) 切羽の安定化、ii) 湧水の防止、iii) 地表沈下の防止、等を常に図らなければならず、地盤が軟弱である場合には地盤改良を行う必要がある。特に、NATM工法等による掘削ではこれらが重要な要素となる。上記の如くトンネルを掘削する際に行う地盤改良法の一つとして従来より実施されているものに

凍結法がある。

これは、凍結固化予定地に予め凍結管を所定間隔で打ち込み、冷凍機で冷却したブラインを凍結管内に循環させるか、あるいは液体窒素ポンプからのガスを凍結管に放出することなどにより地盤の凍結化を図るものである。

上記凍結法によれば、i) 凍結固化された地盤は強固で止水性に富む、ii) 薬液注入法と異なり地盤を化学薬品等で汚染することがない、iii) 一般に薬液注入法に比して経済的である、等の利点がある。

〔発明が解決しようとする課題〕

しかしながら、上記従来の凍結法による地盤改良は、地表ないしは間隔を置いて形成した立坑間で行なわれており、そのため下記の如き不都合が生じていた。

すなわち、地表から実施するものでは、地上に施工ヤードを設置する必要があるためトンネルに対応した地表面を占有し、例えば道路等の各種地上設備の運用に影響を及ぼすおそれがあることに加え、ボーリング精度上の問題から深度に限界があり大深度トンネルには適用が困難であるといった問題があり、他方、立坑より行うものも立坑間距離に限界があるため効率的な施工が望めない、といったこと等である。

本発明は上記の事情に鑑みてなされたもので、構築するトンネルに対応する地上部分を占有することなく、また大深度のトンネルにも確実に効率的な施工を行うことのできるトンネル掘削における地盤改良方法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〕

本発明の請求項1に係るトンネル掘削における地盤改良方法は、構築すべき本トンネルに先行して該本トンネルを形成すべき掘削部に沿って作業用シールドトンネルを構築する工程と、前記作業用シールドトンネルの内部より改良すべき地盤内に、内部に冷媒を有してなる凍結間を埋設する工程と、前記作業用シールドトンネル内に設置した冷熱供給源により前記凍結管を介して前記掘削部の全周域を凍結固化する工程と、を有することを特徴とするものである。

また、本発明の請求項2に係るトンネル掘削における地盤改良本発明は、請求項1記載のトンネル掘削における地盤改良方法において、前記凍結管および前記冷熱供給源等の凍結設備を、前記本トンネルの掘削工程に伴って本トンネルの既掘削部分から未掘削部分に対応させて順次移行させていくことを特徴とするものである。

〔作用〕

地盤の凍結を、本トンネルに先行して構築した作業用シールドトンネルから行うことにより、トンネルの形成深度に影響させることなく効率的かつ確実に行うことができる。

その場合、凍結管および冷熱供給源等の凍結設備を、本トンネルの掘削工程に伴って本トンネルの既掘削部分

から未掘削部分に対応させて順次移行させていくようにすれば、設備の節約および省エネが図れるとともに能率的な施工を望める。

〔実施例〕

以下、本発明の実施例を図面を参照しながら説明する。

第1図は本発明の一実施例を示すもので、本図中符号Tは構築されるべきトンネル、符号GはトンネルTが形成されるべき地盤を示している。地盤Gはこの場合、未固結合水地盤となっている。

本発明により地盤Gの改良を行うには下記の工程に従って実施する。

まず、構築すべき本トンネルTに先行して、該本トンネルを形成作業用シールドトンネル2,2,2,...を形成する。これら作業用シールドトンネル2は、本トンネルTを形成すべき掘削部1に沿って構築する。図示例では、これら作業用シールドトンネル2を、掘削部の三方に、三角形を形成する如く設けたものとなっている。

この作業用シールドトンネル2は例えば内径3~5mのもので、通常一般のシールドトンネル同様、セグメント覆工を行いながらシールド掘進機により施工される。ただし、ここで使用される覆工用セグメントのいくつかは、図示は省略するが、後述の凍結管3,3,...をこの作業用シールドトンネル2内部から周囲の地盤Gに埋設し得るように、厚さ方向に貫通した開口部を形成したものとなっている。上記の如く作業用シールドトンネル2が本トンネルTの掘削部に沿って先行構築されたならば、次いで、それら作業用シールドトンネル2の内部より凍結管3,3,...を地盤内に埋設する。この凍結管3は、上記従来の凍結法に用いられるものと同じものでよく、例えば内部にブライン等の冷媒を有したものとなっている。

前記凍結管3,3,...の埋設作業は、削孔機により作業用シールドトンネル2の内部から前記セグメントの開口部を介して地盤を削孔した後、同様に作業用シールドトンネル2の内部より前記セグメント開口部を介して行う。

凍結管3,3,...が埋設されたならば、それら各凍結管3と作業用シールドトンネル2内に設置した図示しない冷凍機(冷熱供給源)とを接続し、凍結管3内の冷媒を循環させる。これにより、本トンネルTを形成すべき地盤Gの掘削部周辺が凍結固化される。図中符号Fは形成された凍結領域を示している。

上記方法によれば、地盤改良のための装置等が地上面を占有することなく、しかもトンネルの深度に拘わらず精度の高い地盤改良(地盤の凍結固化)を行えるとともに、本トンネルTの掘削作業を干渉することもないので、本トンネルTの構築作業を極めて効率的に行うことができる。また、本トンネルTに先行して構築される作業用シールドトンネル2は、本トンネルT施工時には資材の搬入路および掘削土砂の搬出路として、また、本ト

ンネルTの完了後には本トンネルTの付帯設備としての避難坑、や換気坑、または共同坑等として利用できるといった効果も得られる。また、作業用のトンネルは、これをシールドトンネルとしたため、断面を充分大きなものとすることができ、また延長距離に制限を受けることもなく、しかも曲線施工にも極めて容易に対応することができる。

第2図は、上記方法をさらに効率的に実施するための方法を示したものである。

この方法は、上記同様、作業用シールドトンネル2,2, …を予め本トンネルTに先行して構築した後、前記凍結管3および冷熱供給源等による地盤の凍結作業は、本トンネルTの進捗に合わせ、本トンネルTの切羽周辺のみについて行っていくものである。

第2図中、符号4は現在掘削が進行されている本トンネルTの切羽、符号 $Z_1$ は現凍結ゾーン、 $Z_2$ は次回凍結ゾーン（未凍結ゾーン）、 $Z_3$ は先に凍結作業を施工された前回凍結ゾーンである。すなわち、いま、凍結管3（本図では略されている）は、ほぼ現凍結ゾーン $Z_1$ のみに対応して設置され、かつそれら凍結管3が作用しているものとなっている。そして、この図示の状態のときに、前回凍結ゾーン $Z_3$ に設置されていた凍結管3および冷凍機等の凍結設備を次回凍結ゾーン $Z_2$ に順次移動させておき、切羽4が該次回凍結ゾーン $Z_2$ に達する以前に該ゾーン $Z_2$ を凍結させておくようにする。このとき、上記凍結設備の移設により、地盤Gの前回凍結ゾーン $Z_3$ は凍結操作が停止され、やがて固結状態は緩み、最終的には元の未固結地盤に戻るが、既に本トンネルTは覆工が完了し、その構築が終了するものとなるため問題はない。

上記の如く、本トンネルTの掘削工程に伴って凍結ゾーン $Z_3$ を順次盛り換えて行くようにすれば、凍結管3および冷凍機等の凍結設備の使用を最小限に留め、それらの効率的な運用が図られるものとなる。

なお、第3図ないし第6図はそれぞれ、前記作業用シールドトンネル2の設定位置、設定数を上記第1図のものに変えた場合を示したもので、第3図のものは、作業用シールドトンネル2を、形成すべき本トンネルTの上方に1本設けたもの、第4図のものは、本トンネルTの両側に本トンネルTからある程度の距離を置いて設けたもの、第5図のものは本トンネルTを2本並行に構築する例で、作業用シールドトンネル2をそれら形成すべき本トンネルT,Tの間に1本設けたもの、さらに第6図のものは、掘削部1のほぼ中央部に先行して形成したものである。第6図における作業用シールドトンネル2は、

本トンネルTの構築とともに取り壊されるものとなる。作業用シールドトンネル2は、このように、その形成位置および形成数を適宜に設定することができ、掘先地盤Gの状況、あるいは構築すべき本トンネルTの態様に依じて決定すればよい。

また、本発明に係る地盤改良方法は、NATM工法により構築されるトンネルに限定されるものではなく、一般に実施されているその他のトンネルにも適用可能であることは言うまでもない。

〔発明の効果〕

以上説明したとおり本発明の請求項1に係るトンネル掘削における地盤改良方法によれば、地盤改良のための装置・設備等が地上面を占有することなく、しかもトンネルの深度に拘わらず精度の高い地盤の凍結固化を行えるとともに、本トンネルの掘削作業を干渉することもないので、本トンネルの構築作業を極めて効率的に行うことができる。また、本トンネルに先行して構築される作業用シールドトンネルは、シールドトンネル故に断面を充分大きくとれるとともに延長距離に制限を受けることがなく、かつ曲線施工にも容易に対応可能で、さらには本トンネル施工時には資材の搬入路および掘削土砂の搬出路として、また、本トンネルの完了後には本トンネルの付帯設備としての避難坑や換気坑、または共同坑等としても利用できる、等の優れた効果を奏する。

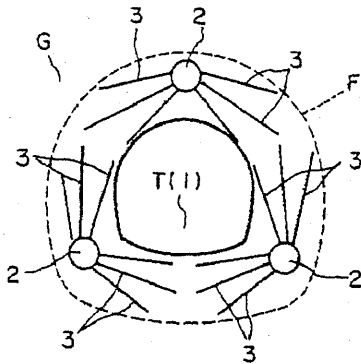
また、本発明の請求項2に係るトンネル掘削における地盤改良方法によれば、上記請求項1に係るトンネル掘削における地盤改良方法を実施するにあたり、凍結設備等の使用を最小限に留めると同時に無駄な凍結運転を行うことがなく、極めて効率的、経済的な施工を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

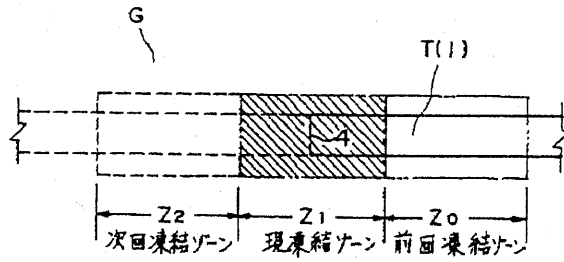
第1図は本発明の請求項1に係る地盤改良方法を示すもので、トンネル構築部の地盤を作業用シールドトンネル等と共に示す正面縦断面図、第2図は本発明の請求項2に係る地盤改良方法を示すもので、トンネル構築部の地盤を示す側断面図、第3図ないし第6図は本発明に係る作業用シールドトンネルの他の配置例を示したもので、それぞれトンネル構築部の地盤を作業用シールドトンネルと共に示した正面縦断面図である。

- G……地盤、T……本トンネル、
- 1……掘削部、
- 2……作業用シールドトンネル、
- 3……凍結管。

【第1図】

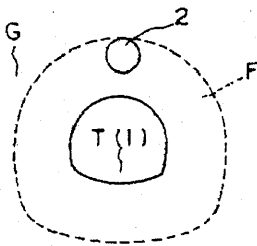


【第2図】

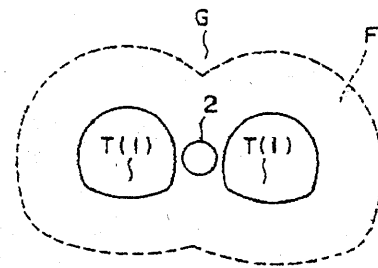
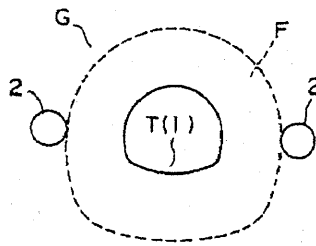


【第5図】

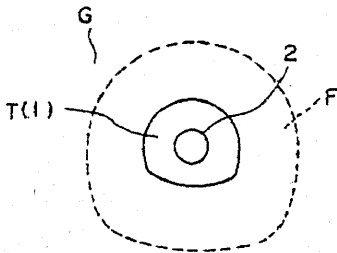
【第3図】



【第4図】



【第6図】



フロントページの続き

- (73)特許権者 999999999  
株式会社熊谷組  
福井県福井市中央2丁目6番8号
- (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
- (73)特許権者 999999999  
清水建設株式会社  
東京都港区芝浦1丁目2番3号
- (73)特許権者 999999999  
東急建設株式会社  
東京都渋谷区渋谷1丁目16番14号

- (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
- (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
- (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  
株式会社三井三池製作所  
東京都中央区日本橋室町2丁目1番1号

- (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
- (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
- (72)発明者 稲野 茂  
茨城県つくば市大字旭1番地 建設省土  
木研究所内
- (72)発明者 野村 祐  
栃木県宇都宮市中戸祭1-5-18
- (72)発明者 水原 憲三  
茨城県つくば市吾妻4-16-4
- (72)発明者 坂東 幸次  
兵庫県神戸市中央区東川崎町3丁目1番  
1号 川崎重工業株式会社神戸工場内
- (72)発明者 垣内 幸雄  
東京都板橋区赤塚新町3-8-17-402
- (72)発明者 斎藤 武夫  
東京都世田谷区弦巻5-6-16-203号
- (72)発明者 竹林 亜夫  
神奈川県横浜市港南区港南2-8-14-  
604
- (72)発明者 岩村 巖  
東京都調布市柴崎1-57-1-103
- (72)発明者 草深 守人  
埼玉県与野市本町西4丁目17番23号
- (72)発明者 香川 和夫  
東京都渋谷区千駄ヶ谷4丁目6番15号  
フジタ工業株式会社内
- (72)発明者 ▲高▼森 貞彦  
東京都千代田区富士見2-10-26 前田  
建設工業株式会社内
- (72)発明者 今井 英雄  
東京都中央区日本橋室町2-1-1 株  
式会社三井三池製作所内
- (56)参考文献 特開 昭53-61131(JP, A)  
特公 昭45-38012(JP, B1)