

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

第2676013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. ⁸	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1-147979	(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3-13690	(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、薬液の注入により、形成すべき本トンネルの掘削部に沿って該掘削部を圍繞する形態に止水領域を形成した後、前記止水領域内の前記掘削部に沿った部分を凍結させ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、前記止水領域の形成および凍結作業は、予め、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トンネルを構築し、該作業用トンネル内部より地盤内に設置した薬液注入管および凍結管を行う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】

2

【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、凍結法を用いてな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

10

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固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〕

ところで、上記凍結法により凍結固化された地盤は、優れた地盤の強化作用とともに止水性も得られるといった利点があるが、凍結固化予定地に地下水流がある場合には冷却エネルギーが逸散し、凍結ゾーンの形成が困難、あるいは不可能となるといった問題がある。

本発明は上記の事情に鑑みてなされたもので、凍結固化予定地に地下水流が存在する場合においても確実にかつ効率的に地盤の凍結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に関するものである。

〔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、薬液の注入により、形成すべき本トンネルの掘削部に沿って該掘削部を囲繞する形態に止水領域を形成した後、前記止水領域内の前記掘削部に沿った部分を凍結させ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方法は、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、前記止水領域の形成および前記凍結作業は、予め、形成すべき本トンネルに先行して該本トンネルが構築されるべき掘削部に沿って作業用トンネルを構築した後、該作業用トンネル内部より地盤内に設置した薬液注入管および凍結管により行うことを特徴とするものである。

〔作用〕

止水領域を形成した後、該止水領域内の地盤を凍結させるため、地下水流が存在するような場合でも、冷熱エネルギーが逸散することなく確実にかつ効率的な凍結がなされる。

また、止水領域および凍結領域を、本トンネルに先行して構築した作業用トンネル内より行えば、地盤改良を、トンネルの形成深度に拘わらず精度よく効率的に行える。

〔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、未固結含水地盤となっている。

上記トンネルTを掘削するに際しては、まず、地盤Gにおける、トンネルTを形成すべき掘削部1に沿う部分に、地下水等の湧水を防止するための止水領域2を形成

する。この止水領域2は、図示されるように掘削部1の全周に対して、また、掘削部1の全長にわたって形成する。ここで、この止水領域2は、形成すべきトンネルTの径に対して極めて大径に、すなわち掘削部1を広範囲に囲繞する如く形成する。

前記止水領域2を形成するには、例えば地上より従来の薬液注入法を用いて行うことが可能である。ただし、その他の手段によってもよく、例えば後述する方法によれば効果的に行うことができる。

上記止水領域2の形成により、該止水領域2の内部は外部の地下流水より遮断されるものとなる。

上記の如く止水領域2が形成されたならば、次いで、その止水領域2の内側の地盤を凍結させる。この凍結対象となる領域、すなわち凍結領域3は、既に前記止水領域2により囲繞されて外部の地下流水からは遮断されているので、その凍結作業は短期間で効率的に行われる。

ここにおける凍結方法も前記止水領域2同様、従来の凍結法により行うことができるが、後述する如き手段によれば極めて効果的である。

上記の如く掘削部地盤が凍結されたならば、以降は、その凍結領域3を掘削して行けばよい。地盤Gが未固結含水地盤であっても、掘削部分は上記工程により凍結固化されているから、掘削時において、トンネル切羽および壁面の安定が十分に図られるとともに湧水も確実に防止され、トンネル掘削を容易かつ安全に行うことができる。

このように、上記方法によれば、掘削地盤Gが未固結含水地盤であり、しかも地下水流が存在するような場合でも、掘削部を確実にかつ短期間で凍結固化させることができるものとなる。延いてはこれにより、例えば従来、極端な軟弱地盤では困難とされていたNATM工法等によるトンネル掘削も実施可能となり、トンネルTの構築を経済的かつ安全に行うことができるものとなる。

第2図は前記止水領域2および凍結領域3を形成する際の方法を示したもので、本発明の請求項2に記載したトンネル掘削における地盤改良方法に係るものである。

本方法では、まず、形成すべき本トンネルTに先行して作業用トンネル4,4を形成する。これら作業用トンネル4は、形成すべき本トンネルTの掘削部1に沿って構築する。この作業用トンネル4は例えば内径3~5mのもので、本実施例のものでは、これをシールドトンネルとしている。つまりここでは、これらの作業用トンネル4,4は、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削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、後述の薬液注入管5,5,、あるいは凍結管6,6,、をこの作業用トンネル4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。

上記の如く作業用トンネル4,4が本トンネルTの掘削

10

20

30

40

50

部1に沿って先行構築されたならば、次いで、それらの作業用トンネル4の内部より、地盤G中に薬液を注入するための薬液注入管5,5,…を地盤内の止水領域2を形成すべき部分に向けて埋設する。この注入管5の埋設作業は、削孔機により作業用トンネル4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、同様に作業用トンネル4の内部より前記セグメント開口部を介して行う。

注入管5,5,…が埋設されたならば、作業用トンネル4内に設置した薬液注入装置により各薬液注入管5に薬液を圧送することにより、薬液を地盤G内に注入し、止水領域2を形成する。

上記工程により止水領域2が形成されたならば、次に、同様に作業用トンネル4の内部からセグメントの開口部を介して凍結管6,6,…を埋設する。これら凍結管6は、先に形成された止水領域2の内部、つまり止水領域2に囲まれた部分に対応させて設ける。

凍結管6,6,…が埋設されたならば、作業用トンネル4の内部の設置した冷凍機等の冷凍手段を運転させることにより凍結管6の冷媒を循環させ、これにより止水領域2内の掘削部1に沿った部分の地盤を凍結固化させる。

上記方法により止水領域2および凍結領域3を形成すれば、それら各領域を形成するための装置・設備等が地上面を占有することがなく、トンネルの構築深度に拘わらず無駄の無い精度の高い地盤改良を行うことができる。また、本トンネルTに先行して構築される作業用トンネル4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利点も得られる。

第3図ないし第6図はそれぞれ、前記作業用トンネル4の設定位置、設定数を上記第2図のものとは変えた場合を示したもので、第3図のものは、作業用トンネル4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、作業用トンネル4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図における作業用トンネル4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。作業用トンネル4は、このように、その形成位置および形成数を適宜設定することができ、掘削地盤Gの状況、あるいは構築すべき本トンネルTの態様に応じて決定すればよい。

なお、実施例では、作業用トンネル4をシールドトンネルとして説明したが、本発明に係る作業用トンネルと

して必ずしもシールドトンネルに限定されるものではない。ただし、このように作業用トンネルをシールドトンネルとすれば、その断面を充分大きく取ることができ、また延長距離に制限を受けることもなく、かつ曲線施工にも容易に対応することができ極めて効果的である。

また、本発明はトンネルの構築方法としてNATM工法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工法に適用可能であることは言うまでもない。さらに、本発明は、上記の如く特にトンネルの掘削に適用して効果的であるが、本発明の特に請求項1に係る地盤改良方法はトンネルに限らず、いわゆる掘削工程を有して構築されるその他の地下構造物(地下空間)の構築に適用することもでき、その場合でも上記同様の効果を得ることができる。

〔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、掘削地盤が未固結含水地盤であり、しかも地下流水が存在するような場合、でも、掘削部を確実かつ短期間で凍結固化させることができるものとなり、これにより、例えば従来、極端な軟弱地盤では困難とされていたNATM工法等によるトンネル掘削も実施可能となり、トンネルの構築を経済的かつ安全に行うことができるものとなる。

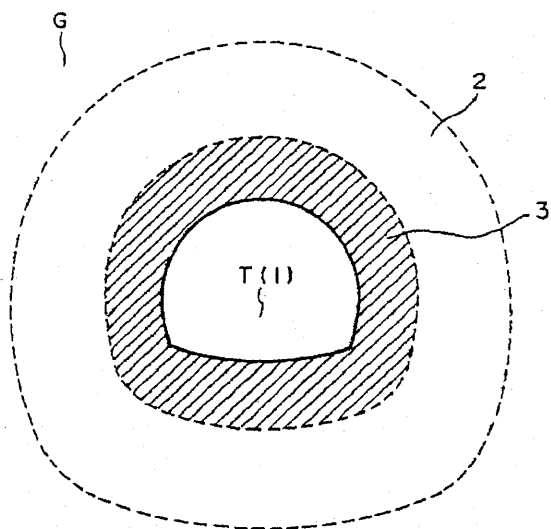
また、本発明の請求項2に係るトンネル掘削における地盤改良方法によれば、請求項1に係る前記止水領域および凍結領域の形成を、トンネルの形成深度に拘わらず無駄なく高精度に行うことができ、しかもトンネル形成部に対応する地上部分を占有することなく旋工することができる。加えて、本トンネルに先行して構築される作業用トンネルは、本トンネル施工時には資材の搬入路および掘削土砂の搬出路として、また、本トンネルの完了後には本トンネルの付帯設備としての避難坑や換気坑または共同坑等として利用することができる、等の優れた効果を奏することができる。

〔図面の簡単な説明〕

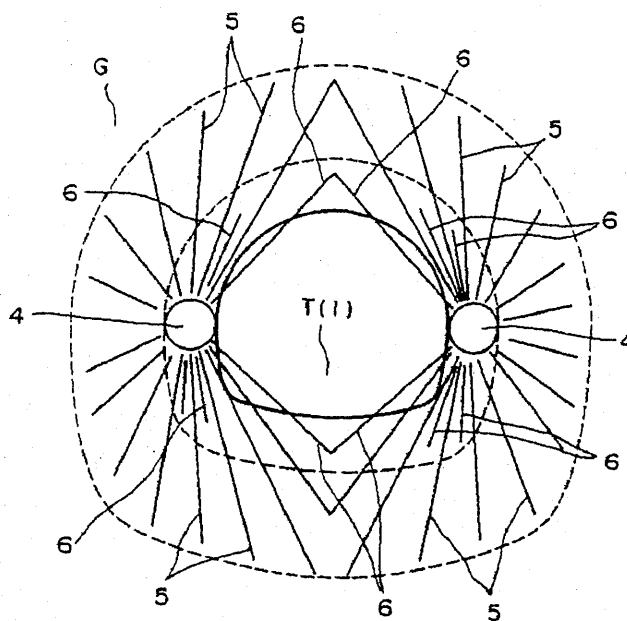
第1図は本発明の請求項1に係る地盤改良方法を示すものでトンネル構築部の地盤を示す正面縦断面図、第2図は本発明の請求項2に係る地盤改良方法を示すものでトンネル構築部の地盤を作業用トンネル等と共に示す正面縦断面図、第3図ないし第6図は本発明に係る作業用トンネルの他の配置例を示したもので、それぞれトンネル構築部の地盤を作業用トンネルと共に示した正面縦断面図である。

G……地盤、T……トンネル(本トンネル)、
1……掘削部、2……止水領域、
3……凍結領域、4……作業用トンネル、
5……薬液注入管、6……凍結管。

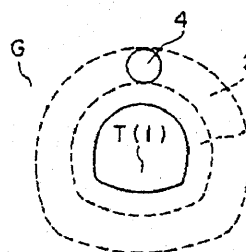
【第1図】



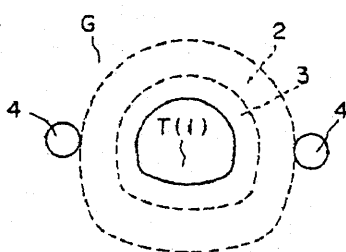
【第2図】



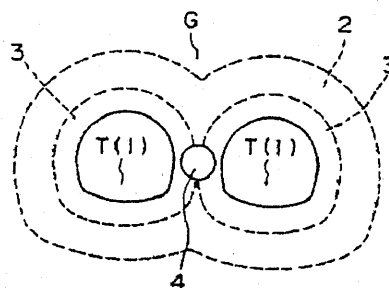
【第3図】



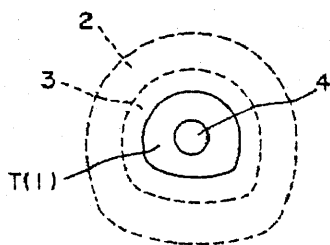
【第4図】



【第5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
木建設省内
- (72)発明者 稲野 茂
茨城県つくば市大字旭1番地 建設省土
木建設省内
- (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62-101798 (J P, A)