

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

第2739095号

(45) 発行日 平成10年(1998) 4月 8日

(24) 登録日 平成10年(1998) 1月23日

(51) Int.Cl.⁵

識別記号

F I

E 2 1 D 9/04

E 2 1 D 9/04

A

C

請求項の数 2 (全 5 頁)

(21) 出願番号	特願平1-270106	(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)10月17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3-132592	(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)6月5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
審査請求日	平成8年(1996)5月22日	(74) 代理人	弁理士 志賀 正武 (外2名)
		審査官	中楨 利明

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強度増加領域を形成した後、前記強度増加領域を含む前記掘削部周辺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、前記凍結作業および強度増加領域の形成は、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凍結管および薬液注入管により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、薬液注入工法と凍結法と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として従来より広く実施されているものに薬液注入法(ケミカルグラウト工法)および凍結法がある。薬液注入法は、例えば注入剤としてセメントミルクあるいはセメン

トベントナイト（通称CB）を用いて、圧力機器を使用して加圧注入するものである。また、凍結法は、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、あるいは液体窒素ボンベ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。

〔発明が解決しようとする課題〕

ところで、これら薬液注入法あるいは凍結法により地盤の改良を実施するにはそれぞれ次のような不都合が生じている。

まず、薬液注入法では、止水作用および地盤の安定化作用の双方を十分満足させるのが難しいといったことである。つまり、止水性を得るためには、薬液として、地盤を構成する細砂間等の細かい間隙にも十分浸透できるように比較的粘度でチキソトロピー性の低いものを使用する必要があるが、このような薬液は地盤の固結作用が低く、一方、地盤の強固なる固結作用を得るべく高粘度・高チキソトロピー性の薬液を使用すると、浸透性が低いために十分な止水性が得られなくなるからである。一方、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、工事終了後に凍結固化予定地を解凍した場合には元の地盤に戻るため、トンネル構造物への作用土圧が大きく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、凍結法による優位性を活用しつつ、工事終了後にもトンネル構造物周辺の地盤強度を確保をすることのできる、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強度増加領域を形成した後、前記強度増加領域を含む前記掘削部周辺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、前記凍結作業および前記強度増加領域の形成は、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凍結管および薬液注入管により行うことを特徴とするものである。

〔作用〕

掘削部周囲に強度増加領域を形成した後、該強度増加領域内の地盤を凍結させるため、工事完了後凍結部が解凍された場合にもトンネル構造物を作用土圧等から保護することができる。

また、強度増加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を掘削する際には、まず、地盤Gにおける、トンネルTを形成すべき掘削部1に沿う部分に薬液注入により強度増加領域2を形成する。この強度増加領域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。なお、ここで注入する薬液としては、止水性よりも地盤の固結作用を重視した薬液を使用することが望ましい。なぜならば、止水性は後に施工される凍結法により確保されるからである。

前記強度増加領域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が、その他の手段によってもよく、それに付いては後述する。

上記の如く強度増加領域2が形成されたならば、次いで、同じく地盤Gの掘削部1に沿う部分でかつ該強度増加領域2を含む部分を凍結させ、凍結領域3を形成する。すなわち、ここでの凍結領域3は、形成すべきトンネルTの径に対して極めて大径に、掘削部1を広範囲に囲繞する如く形成されるものとなる。

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

上記の如く地盤Gにおける掘削部1に、強度増加領域2とこの強度増加領域2を含む凍結領域3とが形成されたならば、以降は前記強度増加領域2の部分を掘削して行けばよい。

このように、上記方法によれば、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。そして、トンネルT構築後、凍結地盤が解凍され凍結領域3が消滅した場合でも強度増加領域2が残存することにより地盤Gにおける掘削部1（トンネルT）を囲繞する部分は周囲地盤の土圧に対して抗することができ、構造体としてのトンネルTへの作用土圧を軽減させることができる。

第2図および第3図は前記強度増加領域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

5

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のものとなっている。

上記の如く作業用トンネル4,4が本トンネルTの掘削部1に沿って先行構築されたならば、次いで、第2図に示すようにそれら作業用トンネル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,⋯を地盤内の強度増加領域2を形成すべき部分に向けて埋設する。この薬液注入管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。

薬液注入管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(図示せず)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、強度増加領域2を形成する。

上記工程により強度増加領域2が形成されたならば、次に、第3図に示すよう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、先に形成された強度増加領域2を含む部分、および強度増加領域2のさらに外周部に及ぶ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の内部に設置した冷凍機等の冷凍手段(図示せず)を運転させることにより凍結管6内の冷媒を循環させ、これにより、地盤Gにおける前記強度増加領域2を含む掘削部1に沿った部分の地盤を凍結固化させる。

上記方法により強度増加領域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4図ないし第7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、第3図のものと変えた場合を示したもので、第4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5図のものは、本トンネルTの両側に本トンネ

6

ルTからある程度距離を置いて設けたもの、第6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7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7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10 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は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20 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30 掘削における地盤改良方法によれば、地盤が未固結含水地盤であっても掘削部分は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充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、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上に、トンネル構築後、凍結地盤が解凍された場合でも強度増加領域が残存することにより、地盤における掘削部を圍繞する部分は40 周囲地盤の土圧に対して抗することができ、構造体としてのトンネルへの作用土圧を軽減させることができる。

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に係る強度増加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施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50 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

7

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】

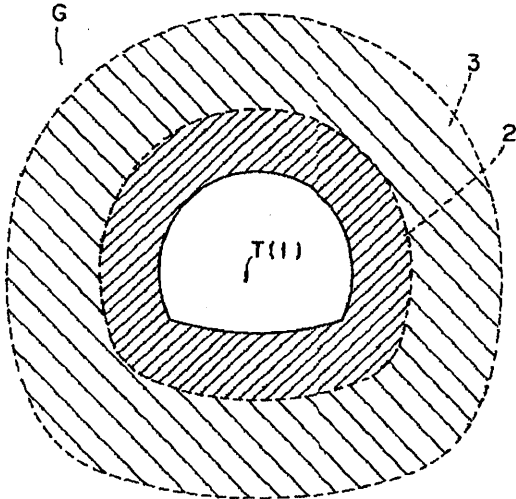
第1図は本発明の請求項1に係る地盤改良方法を示すものでトンネル構築部の地盤を示す正面縦断面図、第2図および第3図はそれぞれ本発明の請求項2に係る地盤改良方法を示すもので、それぞれトンネル構築部の地盤を*

8

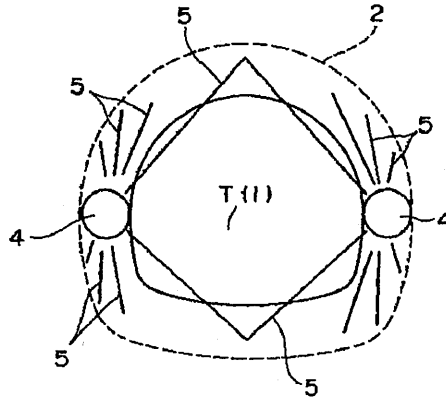
*作業用トンネル等と共に示す正面縦断面図、第4図ないし第7図は本発明に係る作業用トンネルの他の配置例を示したもので、それぞれトンネル構築部の地盤を作業用トンネルと共に示した正面縦断面図である。

G……地盤、T……トンネル（本トンネル）、1……掘削部、2……強度増加領域、3……凍結領域、4……作業用トンネル、5……葉液注入管、6……凍結管。

【第1図】

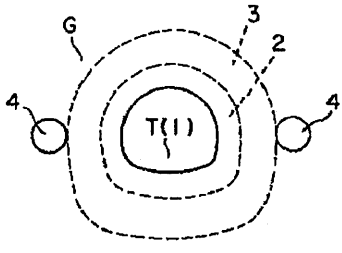
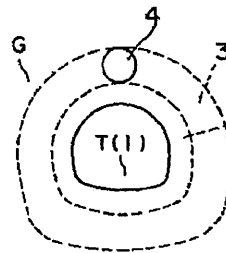


【第2図】

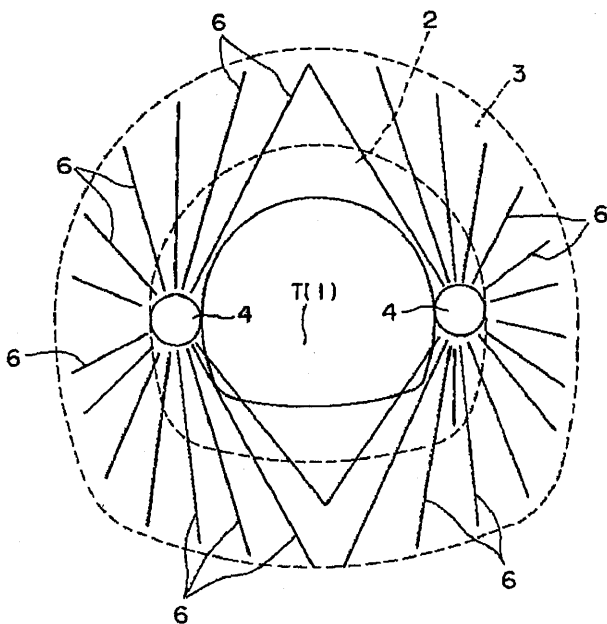


【第4図】

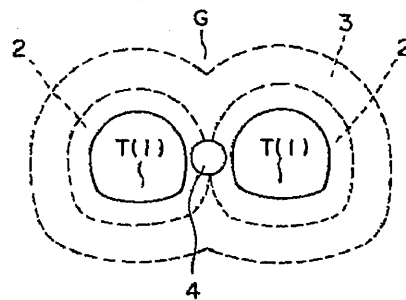
【第5図】



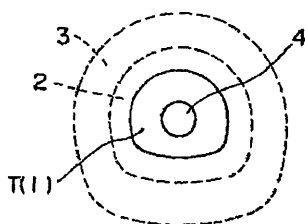
【第3図】



【第6図】



【第7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	(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
(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	(72)発明者	野村 祐 栃木県宇都宮市中戸祭1-5-18
(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	(72)発明者	水原 憲三 茨城県つくば市吾妻4-16-4
(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	(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
(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	垣内 幸雄 東京都板橋区赤塚新町3-8-17-402
(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	(72)発明者	斎藤 武夫 東京都世田谷区弦巻5-6-16-203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	竹林 亜夫 神奈川県横浜市港南区港南2-8-14- 604
(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	岩村 巖 東京都調布市柴崎1-57-1-103
(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	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