

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3631908号

(P3631908)

(45) 発行日 平成17年3月23日(2005.3.23)

(24) 登録日 平成16年12月24日(2004.12.24)

(51) Int.Cl.⁷

E 2 1 D 9/01

F I

E 2 1 D 9/00

B

請求項の数 6 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願平10-369788	(73) 特許権者	504029189
(22) 出願日	平成10年12月25日(1998.12.25)		アウトストラデ・エッセ・ピ・ア
(65) 公開番号	特開2000-199397(P2000-199397A)		AUTOSTRADE S. P. A.
(43) 公開日	平成12年7月18日(2000.7.18)		イタリア ローマ ヴィア・アルベルト・
審査請求日	平成13年4月25日(2001.4.25)		ベルガミーニ 50
			ROMA, VIA ALBERTO B
			ERGAMINI, 50, ITALY
		(74) 代理人	100107308
			弁理士 北村 修一郎
		(72) 発明者	ピエトロ・ルナルディ
			イタリア 20121 ミラノ ピアッツ
			ァ・エッセ・マルコ 1
		審査官	郡山 順
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 道路、高速道路又は鉄道のトンネルを交通を遮断することなく拡張する方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

交通を遮断することなく、道路、高速道路、または鉄道のトンネルを拡張する建設方法であって、

拡開掘削面乃至拡開掘削地盤をグラウトにより補強する準備工程と、

拡張トンネルのプロファイルと既存トンネルのプロファイルとの間の地盤を掘削する第1工程と、

複数の既成のセグメントを組み付けライニング施工するために、該セグメントを掘削面位置から3メートル以内の位置に搬入する工程と、

配置されるべき各セグメント断面方向端部および既に組み付けられたセグメントアーチの対応端部に、遅延硬化性エポキシ樹脂を塗布する工程と、

前記トンネルの両側部に最下方のセグメントを設置した後、複数のセグメントを、セグメント設置装置によって持ち上げて順次積み上げ設置し、更に、キーセグメントを組み込みアーチを完成させる工程と、

前記キーセグメントを圧入して各セグメントにプレストレスを付与する工程の各工程を有する第2工程と、

前記拡張トンネルに適合した拡張されたインバートを打設する第3工程とを有し、

前記準備工程、前記第1工程、及び前記第2工程の各工程が、前記既存トンネルのプロファイルに、前記既存トンネルの直径の少なくとも4倍に相当する長さを有する交通保護スチール・シェルを設置したその交通保護スチール・シェルの裏側で、実施されることを

10

20

特徴とするトンネルを拡張する建設方法。

【請求項 2】

前記既存トンネルのプロファイルと前記交通保護スチール・シェルとの間の空隙を、防音材および / または耐衝撃材で充填する請求項 1 に記載のトンネルを拡張する建設方法。

【請求項 3】

前記交通保護スチール・シェルは、前記第 2 工程の後に、一定区分を前方に移設し、前記全工程を反復実施する請求項 1 に記載のトンネルを拡張する建設方法。

【請求項 4】

前記準備工程が、水平方向へ硬化剤を噴射注入グラウチングする工程である請求項 1 に記載のトンネルを拡張する建設方法。

10

【請求項 5】

前記準備工程が、機械式穿孔機によって穿孔後にグラウト注入を行う工程である請求項 1 に記載のトンネルを拡張する建設方法。

【請求項 6】

前記準備工程が、バルブ付ガラス繊維強化樹脂管を用いて行う工程である請求項 1 に記載のトンネルを拡張する建設方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、道路、高速道路又は鉄道のトンネルを交通を遮断することなく拡張する方法に関する。

20

【0002】

【従来の技術】

ますます増加する交通需要に依り、道路、高速道路、鉄道路等を、その交通処理能力を改善すべく、その幅を拡大する必要が頻繁に生じる。

【0003】

その全長を通して地表上に延出する道やレーンの場合には、この問題の解決は比較的容易であるが、前述したような道路又は鉄道路はトンネル構造物を通過するため、この問題の解決は非常に複雑であり不可能に近い。

【0004】

30

事実、既に稼動しているトンネルを幅拡張することは、主に、その利用者の不快感と、安全に関する大きな問題があり、更に、その拡張工事を行う際に発生する応力 - ひずみ状態に関する問題に加えて、予め行われる中ぐり又は掘削作業によって既に乱されている土壌を通じて拡張作業を行うことに関する技術 / 作業的問題がある。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

従って、本発明の目的は、交通を遮断することなく、道路、高速道路又は鉄道のトンネルを拡張することを可能にする工事方法を提供することによって、上述した問題点を解決することにある。

【0006】

40

本発明の上述した目的の範囲内に於いて、本発明の第 1 の課題は、そのような方法を、利用者に対する不快感、不便性を最低限に留めながら、利用者にとって非常に安全性の高い方法として提供することにある。

【0007】

本発明の第 2 の課題は、そのような方法を、どのようなタイプの土壌にも、その方法を実施する時に発生する応力 - ひずみ条件に極めてフレキシブルに適合出来る方法として提供することにある。

【0008】

本発明の第 3 の課題は、そのような方法を、交通レーンのオフセットを最小限度にし、従って、利用者の不便性を最小限にするために、予定工事コストと時間とを最小限に留めな

50

がら、その土壌のタイプの如何に拘わらず、所定の作業スケジュールに適合することを可能にする方法として提供することにある。

【 0 0 0 9 】

本発明の第 4 の課題は、そのような方法を、特に、既存のケーブルの外郭 (c o n t o u r) に於いて、既に可塑化現象の影響を受け、更にその影響が拡大される可能性のある土壌帯が存在する可能性があるという問題を解決するように構成することにある。

【 0 0 1 0 】

本発明の第 5 の課題は、最終的に拡張されたトンネルのコーティングに対して大きな応力を与え、既存の建築物にとって非常に危険な不同沈下を引き起こす可能性のある中ぐりされる土壌に対していかなる有害な損傷をも与えることなく、トンネルの断面を拡張すること

10

【 0 0 1 1 】

【課題を解決するための手段】

上述の目的を達成するため、本発明に係る交通を遮断することなく、道路、高速道路、または鉄道のトンネルを拡張する建設方法の第一の特徴構成は、拡張掘削面乃至拡張掘削地盤をグラウトにより補強する準備工程と、拡張トンネルのプロファイルと既存トンネルのプロファイルとの間の地盤を掘削する第 1 工程と、複数の既成のセグメントを組み付けライニング施工するために、該セグメントを掘削面位置から 3 メートル以内の位置に搬入する工程と、配置されるべき各セグメント断面方向端部および既に組み付けられたセグメントアーチの対応端部に、遅延硬化性エポキシ樹脂を塗布する工程と、前記トンネルの両側部に最下方のセグメントを設置した後、複数のセグメントを、セグメント設置装置によって持ち上げて順次積み上げ設置し、更に、キーセグメントを組み込みアーチを完成させる工程と、前記キーセグメントを圧入して各セグメントにプレストレスを付与する工程の各工程を有する第 2 工程と、前記拡張トンネルに適合した拡張されたインバートを打設する第 3 工程とを有し、前記準備工程、前記第 1 工程、及び前記第 2 工程の各工程が、前記既存トンネルのプロファイルに、前記既存トンネルの直径の少なくとも 4 倍に相当する長さを有する交通保護スチール・シェルを設置したその交通保護スチール・シェルの裏側で、実施される点にある。

20

【 0 0 1 2 】

第二の特徴構成は、特許請求の範囲の欄の請求項 2 に記載した通り、第一の特徴構成に加えて、前記既存トンネルのプロファイルと前記交通保護スチール・シェルとの間の空隙を、防音材および／または耐衝撃材で充填する点にある。

30

【 0 0 1 3 】

第三の特徴構成は、特許請求の範囲の欄の請求項 3 に記載した通り、第一の特徴構成に加えて、前記交通保護スチール・シェルは、前記第 2 工程の後に、一定区分を前方に移設し、前記全工程を反復実施する点にある。

【 0 0 1 4 】

第四の特徴構成は、特許請求の範囲の欄の請求項 4 に記載した通り、第一の特徴構成に加えて、前記準備工程が、水平方向へ硬化剤を噴射注入グラウティングする工程である点にある。

40

【 0 0 1 5 】

第五の特徴構成は、特許請求の範囲の欄の請求項 5 に記載した通り、第一の特徴構成に加えて、前記準備工程が、機械式穿孔機によって穿孔後にグラウト注入を行う工程である点にある。

【 0 0 1 6 】

第六の特徴構成は、特許請求の範囲の欄の請求項 6 に記載した通り、第一の特徴構成に加えて、前記準備工程が、パルプ付ガラス繊維強化樹脂管を用いて行う工程である点にある。

【 0 0 2 4 】

【発明の実施の形態】

50

以下に本発明の好適な実施の形態を説明する。

本発明に依る方法は以下の工程を有する。即ち、形成されるべき拡張トンネル 1 のプロファイルと既存のトンネル 2 のプロファイルとの間の土壌を中ぐりして、既存のトンネル 2 を拡張する第 1 工程と、複数の事前に製作された隅石を含む単数または複数のアーチから成るコーティングを、中ぐり面から 2 ～ 3 メートルの最大距離で敷設する第 2 工程と、拡張されたトンネル 1 に適合した土台構造を構築する第 3 工程とからなる。

【 0 0 2 5 】

必要に応じて、前記第 1 工程に先立ち、形成されるべき拡張トンネル 1 の前記理論上プロファイルと、既存のトンネル 2 のプロファイルとの間の土壌を、前記中ぐり・前端部部の補強作業と、水平「噴射グラウチング」、或いは、機械式事前掘削、又は、バルブ付き注

10

【 0 0 2 6 】

前記準備工程の作業範囲に応じて、その後の中ぐり及びコーティング工程（即ち、前記第 1 及び第 2 工程）を、複数回繰り返し行うことによって、その後の準備工程の作業範囲が互いに適当にオーバーラップすることを可能にするようにしてもよい。

【 0 0 2 7 】

前記最初の二つの工程中に於いて、既存のトンネルのテンプレート（型板）内に交通保護用スチール・シェル 4 が使用され、作業装置は、このスチール・シェルの上方で駆動され

20

【 0 0 2 8 】

前記金属保護シェル 4 と既存トンネルとの間の空隙 5 は、防音および／又は耐衝撃材によって充填される。

【 0 0 2 9 】

拡張されるトンネルの直径の少なくとも 4 倍に相当する長さを有する前記スチール・シェル 4 は、前記トンネル内に於いて比較的小さな空間しか占有しないので、前記作業工程を既存の車輛走行レーン上の車輛交通を妨害することなく行うことができる。

【 0 0 3 0 】

前記第 2 工程の最後に、前記シェル 4 は、作業範囲の長さ分、前進され、所望の最終的な

30

【 0 0 3 1 】

前述した準備工程を設けること、更に、前記中ぐり前端部補強及びケーブルの事前封じ込め作業を設けること、又、前記第 1 及び第 2 工程に於いて、前述した「アクティブ・ボールト」法に依り、予め製作されたコンクリート製の隅石 3 を有する最終コーティングの直接構造物（immediate construction）を使用したサンプル・中ぐり作業を設けることが、本発明の主要な特徴を構成するのであって、これは、前記中ぐり前端部からわずかしが離れていない箇所においても可能なはずみを即座にストップすることによって、全体の質量に依る変形に関するすべての問題を解決することを可能にするのである。

40

【 0 0 3 2 】

以下に、本発明の方法の各作業工程をより詳細に説明する。

前記準備工程は、前述したように、中ぐり前端部を補強するとともに、作業する地質 - 地盤環境に依っては、更に、ケーブルに対して交互の再封じ込め作業、たとえば、水平「噴射グラウチング」作業、或いは、機械式事前掘削作業、又は、前記ケーブルの外郭に注入されたバルブ付きガラス樹脂チューブ 1 3 に依る前進式硬化作業、を行うものである。

【 0 0 3 3 】

本発明に依る方法の前記第 1 工程に於いて、既存トンネルの拡張中ぐり及び打ち壊し作業が行われる。

【 0 0 3 4 】

50

これらの作業は、処理対象の土壌応力 - ひずみ条件と前記事前に製作された隅石 3 のサイズとに応じた短い深さ (6 0 ないし 1 5 0 c m) のサンプルによって、前記最終コーティングを提供する為に行われるものである (前記第 2 工程参照) 。

【 0 0 3 5 】

もし許容されるのであれば、前記隅石 3 の中ぐり深さの数倍に対応する中ぐり深さにまで中ぐりして、その後、複数の事前製作隅石 3 アーチを敷設してもよい。

【 0 0 3 6 】

この中ぐり作業を行うための装置は、セントルと、打ち壊されるべき既存トンネルのコーティングを形成する金属部材とを掘削するための、単数又は複数のフライス加工工具と、ヘビーデューティー仕様の掘削部材とを有する。前記装置は、前述した交通保護用スチール・シェル 4 の上方で作動する。

10

【 0 0 3 7 】

前記第 2 作業工程に於いて、前記事前製作隅石 3 によって構成された前記拡張トンネルの最終コーティングが敷設される。

【 0 0 3 8 】

主要な工事作業は以下のように行われる。

【 0 0 3 9 】

A) 前記拡張対象トンネルの側部に配置された適当なコンベアベルトによって、前記隅石 3 を中ぐり・前端部部に搬送する。

【 0 0 4 0 】

20

B) 敷設される前記隅石 3 の両断面方向端部と、既に組み立てられたコーティング・アーチと接触されるその長手方向端部とに、遅延硬化性エポキシ樹脂を塗布する。

【 0 0 4 1 】

C) 隅石設置装置によって、先ず、最下位置に配置される隅石を、トンネルの両側部から駆動することによって、次に、その他の隅石を下から上に順番に、最終的に要石隅石 3 a によって前記ボルトが閉じられるまで、配置されることによって隅石 3 の持ち上げ、設置作業を行う。

【 0 0 4 2 】

D) 前記事前製作隅石 3 と、前記裏材との間にベトン (b e t o n) 充填材を充填する。

【 0 0 4 3 】

30

E) 前記「アクティブ・ボルト法」に依り、前記要石隅石 3 a を加圧して前記隅石 3 が完全に付着するようにし、その後すぐ、拡張されトンネルの外郭質量に対して必要な封じ込め圧が提供されるようにする。

【 0 0 4 4 】

従って、その土壌の状態に応じて、いつでも、たとえ事後に於いても、前記要石隅石 3 を介して圧力を増大させることが可能である。

【 0 0 4 5 】

前記第 3 工程に於いて、必要な場合、前記土台構造物は、新しい拡張されたトンネルのコーティングと既存トンネルの逆アーチ 2 1 との間に単純な結合部材 2 0 を設けたり、或いは、逆アーチ本体 (i n v e r t e d - a r c h p r o p e r) 2 2 を設けること

40

によって形成することができる。

【 0 0 4 6 】

この第 3 工程中に於いて、トンネルを通る交通を遮断することがないようにするためには、次の二つの場合を考慮しなければならない。

【 0 0 4 7 】

実際に鉄道トンネルの場合には、このトンネルを拡張した後、レールを適切に回復させるために、いずれにせよ列車の通行を停止させる必要がある。この停止中に、拡張されたトンネルの前記最終コーティングと既存のトンネルの逆アーチとの間を結合する前記結合構造が作られるか、もしくは (静態的要件によって必要な場合) 前記逆アーチが鑄込まれる。

50

【 0 0 4 8 】

反対に、一方通行の道路トンネルの場合には、前述した土台作成道路レーン拡張作業を適当に順序付けることによって、交通は、少なくとも各走行方向用のレーン上を走行することができる。

【 0 0 4 9 】

同様に、二方向通行式で各走行方向に二つのレーンを備える高速道路トンネルの場合には、前記土台及び道路レーン拡張作業を、一つの方向側から他方の方向側に切り替えたり、あるいは、必要に応じて、交通を、利用可能な通行レーンに切り替えることによって、交通は、常に、各走行方向に於いて少なくとも一つ又は二つのレーン上を走行可能となる。

【 0 0 5 0 】

上記開示及び添付の図面を参照することによって、本発明がその意図した目的と課題とを完全に達成するものであることが理解されるであろう。

【 0 0 5 1 】

特に、本発明の前記方法に依れば、道路、高速道路、又は鉄道トンネルの拡張に関わるすべての問題を、その拡張作業中に於いて連続的な交通を許容しながら、解決することが可能であることが銘記されるべきである。

【 0 0 5 2 】

特に、本発明の方法に、更にオプションとして「ケーブル事前封じ込め作業」を設ければ、中ぐり前端部及びケーブルに対するひずみを低減もしくは除去することによって、作業対象の質量が制御されない状態で緩むことが防止され、非常の安全性の高い中ぐり又は掘削作業を提供することができる。

【 0 0 5 3 】

前記中ぐり・前端部部からわずかに離れた箇所に於いて、前記「アクティブ・ボルト法」に依って、予め製作された隅石からなる最終コーティングの塗布作業を行うことによって、所謂、スプリッツ・ベトン (s p r i t z - b e t o n) やセントルを使用するパッシブな安定化作業のすべての要件を満たすことができる。

【 0 0 5 4 】

本発明の方法によって、前記要石隅石ジャッキによって前記最終コーティングを予め押し付けることが可能となったことにより、前記予め製作された隅石から成るアーチの抵抗部を分割させる傾向のある曲げモーメントが発生した場合に、その負荷の中心を再調節することが可能となる。

【 0 0 5 5 】

本発明の前記作業工程を完全に機械化するとともに、それらによって提供される均一な進行速度と、工事期間の短縮によって、工事コスト面のみならず工期の面に於いても大きな利点がもたらされる。

【 0 0 5 6 】

更に、道路をスチール・シェルで保護しながらすべての拡張作業を行うことが可能であることにより、その下で、交通は、連続的に安全に走行することが可能であり、利用者の不快、不便が大幅に低減される。

【 0 0 5 7 】

最後に、本発明の方法の高いフレキシビリティに依り、どのような土壌及び応力 - ひずみ条件下に於いても、完全に安全な作業環境で作業することが可能である。

【 0 0 5 8 】

以上、本発明の方法を、その一つの好適実施形態を参照して説明したが、開示された実施形態の様々な改変が可能であり、それらすべての改変構成も本発明の範囲内に属することは言うまでもない。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明に依るトンネル拡張法を示すトンネルの長手方向断面図

【図 2】図 1 の I I - I I 線に沿った断面図

【図 3】前端部部中ぐり工程と交互に行われる隅石敷設工程を示す、図 1 に類似の概略断

10

20

30

40

50

面図

【図４】図３の線ⅠⅤ－ⅠⅤに沿った断面図

【図５】拡張されたトンネルと、既存トンネルの逆アーチとの間を結合する結合構造部材を使用した場合の拡張されるトンネルの概略断面図

【図６】図５のトンネルの長手方向断面図

【図７】新規な予め鑄込まれた逆アーチを使用した場合の、拡張されるトンネルの断面図

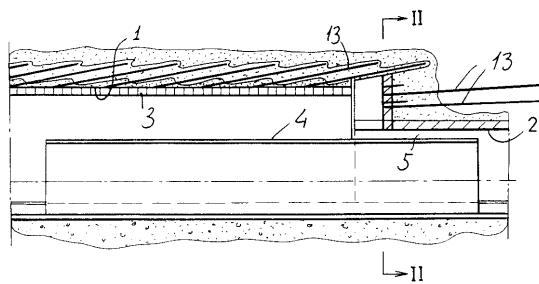
【図８】図７のトンネルの長手方向断面図

【符号の説明】

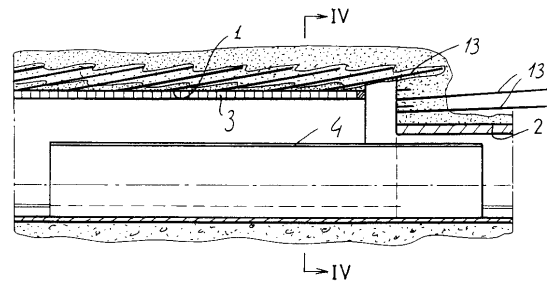
- 1 拡張トンネル
- 2 既存トンネル

10

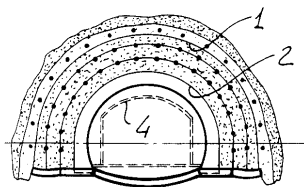
【図１】



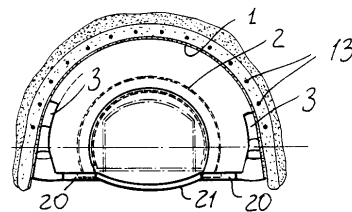
【図３】



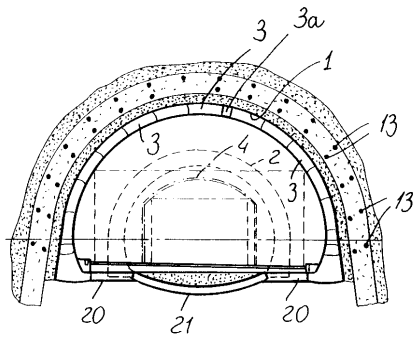
【図２】



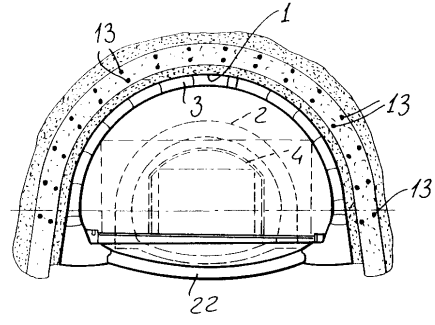
【図４】



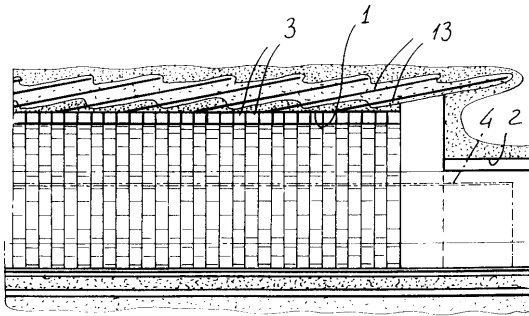
【図 5】



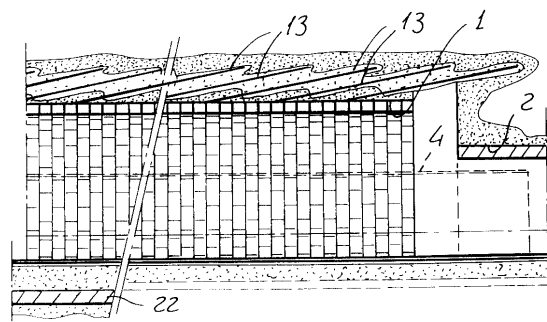
【図 7】



【図 6】



【図 8】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平06 - 280466 (JP, A)
特開平09 - 013871 (JP, A)
特開平09 - 041870 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)
E21D 9/01