

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6942025号
(P6942025)

(45) 発行日 令和3年9月29日(2021.9.29)

(24) 登録日 令和3年9月9日(2021.9.9)

(51) Int.Cl.

E21D 11/10 (2006.01)
EO4G 21/08 (2006.01)

F 1

E 21 D 11/10
E O 4 G 21/08

Z

請求項の数 1 (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願2017-198270 (P2017-198270)
 (22) 出願日 平成29年10月12日 (2017.10.12)
 (65) 公開番号 特開2019-73853 (P2019-73853A)
 (43) 公開日 令和1年5月16日 (2019.5.16)
 審査請求日 令和2年8月24日 (2020.8.24)

(73) 特許権者 000201478
 前田建設工業株式会社
 東京都千代田区富士見二丁目10番2号
 (74) 代理人 100130362
 弁理士 小川 嘉英
 (72) 発明者 原 秀利
 東京都千代田区富士見二丁目10番2号
 前田建設工業株式会社内
 (72) 発明者 北澤 剛
 東京都千代田区富士見二丁目10番2号
 前田建設工業株式会社内
 (72) 発明者 郡山 卓也
 東京都千代田区富士見二丁目10番2号
 前田建設工業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 トンネル覆工における施工継ぎ目の締め固め方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

型枠装置を用いてトンネル内壁面に覆工を施工する際に、施工継ぎ目の天端部分において締め固めを行うための方法であつて、

前記型枠装置の天端部分において、施工継ぎ目に対応する型枠部材の端部直近であつて、引抜バイブレータの先端部よりも前記型枠部材の端部側で、それぞれ天端センター部から周方向の下側に、一対のバイブレータ挿入口を設け、

施工継ぎ目の天端部分でコンクリートを打設する前に、前記各バイブレータ挿入口から、前記型枠部材の周方向に沿って、前記各バイブレータの引き抜き過程において前記各バイブレータの振動部が交差するように、一方のバイブレータ挿入口から他方のバイブレータ挿入口へ向かって延長した長さだけ、それぞれバイブレータを挿入し、

前記コンクリートの打設が開始され、施工継ぎ目部分までコンクリートが打ち込まれたら、コンクリートの打ち込みを継続しながら、所定時間、各バイブレータを移動させずに締め固めを行い、

所定時間経過後に、各バイブレータを各バイブレータ挿入口側へそれぞれ引き抜きながら締め固めを行い、

各バイブレータを各バイブレータ挿入口からそれぞれ引き出した後に、各バイブレータ挿入口を閉鎖部材により閉鎖し、前記型枠部材に型枠バイブレータを接触させて各バイブレータ挿入口周辺を振動させることにより締め固めを行う、

ことを特徴とするトンネル覆工における施工継ぎ目の締め固め方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、トンネル覆工における施工継ぎ目の締め固め方法に関するものであり、特に、型枠装置であるセントルを用いてトンネル覆工を施工する際に、施工継ぎ目の天端部分において、作業効率を向上させるとともに確実に締め固めを行うことが可能な締め固め方法に関するものである。

【背景技術】**【0002】**

従来、トンネル覆工を施工するには、トンネル掘削面の内部にセントルと称される型枠を設置し、トンネル掘削面と型枠との間隔内にコンクリートを打設するとともに、コンクリート中にバイブレータを挿入して締め固めを行っていた。この際、特に天端部付近において、効率的に作業を行うとともに、締め固め不足による空洞の発生や強度のバラツキ等の不良箇所が発生することを防止するため、いわゆる引抜バイブレータシステムによる締め固め方法が開発されている（特許文献1参照）。

10

【0003】

特許文献1に記載されたトンネル覆工のコンクリート締め固め方法は、既設のトンネル覆工の端面に、バイブレータの電力供給ケーブルをガイドするガイド手段を設け、トンネル掘削面と型枠との空隙内にコンクリートを打設する前に、ガイド手段に電力供給ケーブルを移動可能に取り付けて、バイブレータをトンネル掘削面と型枠との間隔内に配置する。そして、バイブレータを引き抜きながら、既設のトンネル覆工近辺の天端部付近に供給されたコンクリートを締め固めることにより、天端部付近に打設されたコンクリートを広範囲で締め固めることができるようになっている。

20

【0004】

また、両側を既設のトンネル覆工に挟まれた両ラップ区間の天端部に対して、適切な締め固めを行うことにより、施工品質を向上させることができたトンネル覆工の天端部締め固め方法が開発されている（特許文献2参照）。

【0005】

特許文献2に記載されたトンネル覆工の天端部締め固め方法は、トンネル掘削面の内側に設置された天端部型枠に検査窓部を開口するとともに、当該検査窓部を開閉する蓋部材を設け、天端部型枠の任意の位置又は天端部型枠に設けられた検査窓部を開閉する蓋部材に、バイブレータ挿入孔を開口するとともに、当該バイブレータ挿入孔を開閉する開閉蓋を設けている。

30

【0006】

そして、コンクリートの打設中又は打設完了後に、開閉蓋を開閉しながら、コンクリート内部にバイブレータを挿入して締め固めを実施し、両側を既設のトンネル覆工に挟まれた両ラップ区間や非常駐車帯区間の最も妻側では、検査窓部の周囲を囲う堰部材を設け、検査窓部の蓋部材を開状態としてコンクリートを打設するとともに、検査窓部から天端部型枠の外部へコンクリートが流出するのを防止して締め固めを実施する。

【0007】

40

さらに、工程が終了した後に、堰部材を解体するとともに検査窓部から外部へ取り出し、検査窓部の蓋部材を閉状態として、バイブレータ挿入孔の開閉蓋を開閉しながら、コンクリート内部にバイブレータを挿入して締め固めを行うようにしたものである。

【0008】

また、トンネル覆工の天端部において、ブリーディング等の発生を低減させるための技術が開示されている（特許文献3参照）。特許文献3に記載された覆工コンクリート打設方法は、トンネル覆工用型枠を用いてトンネルの覆工コンクリートの打設を行うコンクリート打設方法であって、セントルの天端部に複数の吹上打設孔を設け、これら複数の吹上打設孔のうち何れかを通じて打設空間にコンクリートを導入するコンクリート導入工程と、複数の吹上打設孔のうちコンクリートを導入する吹上打設孔を規則的な順序で循環させ

50

るよう切り替える導入孔切替工程とからなるものである。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】特開2000-356099号公報

【特許文献2】特許第5483688号公報

【特許文献3】特開2015-94167号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

ところで、トンネル覆工における施工継ぎ目周辺（特に天端付近）の締め固め作業は、作業員の熟練度、スランプの発生、鉄筋の有無等が施工品質に影響を与える。このため、施工継ぎ目周辺にジャンカが発生するおそれがあり、施工品質を向上させるための工夫が必要となる。

【0011】

一般的なセントルでは、天端打設口から直近の検査窓までの距離が1.5m程度である。また、天端打設口からコンクリートが打設されると、コンクリートが漏れ出すことを防止するため、早い時期に検査窓を閉めなければならない。検査窓を閉めた後は、天端打設口から3m程度離れたバイブレータ挿入口からバイブレータを挿入し、締め固め作業を行っているのが現状である。

【0012】

この場合、バイブレータを3m程度奥側に挿入して締め固めなければならず、特に鉄筋区間では苦渋作業となるばかりではなく、締め固め状況を確認できないこともあった。

【0013】

上述した特許文献1に記載された技術では、一部のコンクリートが打設空間内においてコンクリート流出部から型枠の隅まで長距離流動することになる。そして、コンクリートが長距離を流動している間に、コンクリート中の水分と骨材等が分離する傾向が現れ、その結果、ブリーディング等の発生によって覆工コンクリートの品質低下の原因になる可能性がある。

【0014】

また、特許文献2に記載された技術は、トンネルの覆工を全周にわたってランダムに締め固めるには効果的である。しかし、施工継ぎ目に特化した限定断面を効果的に締め固めるには、バイブレータの挿入角度が一定でなければならない。バイブレータの挿入角度を一定に保とうとすると、バイブレータ挿入口の開口部が200mm程度となり、特許文献2に記載された技術（バイブレータ挿入口の開口部が100mm程度）をそのまま適用することはできない。さらに、天端打設口の周辺はジャッキ等が配設されているため、狭隘なスペースとなっている。

【0015】

また、特許文献3に記載された技術は、トンネル覆工の天端部に複数のコンクリート打設口を設けているが、これらのコンクリート打設口を用いて施工継ぎ目部分を締め固めることについては何ら言及されておらず、その示唆もない。

【0016】

本発明は、上述した事情に鑑み提案されたもので、型枠装置を用いてトンネル覆工を施工する際に、施工継ぎ目の天端部分において、作業効率を向上させるとともに確実に締め固めを行うことが可能な締め固め方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0017】

本発明に係るトンネル覆工における施工継ぎ目の締め固め方法は、上述した目的を達成するため、以下の特徴点を有している。すなわち、本発明に係るトンネル覆工における施工継ぎ目の締め固め方法は、型枠装置を用いてトンネル内壁面に覆工を施工する際に、施

10

20

30

40

50

工継ぎ目の天端部分において締め固めを行うための方法である。

【0018】

この締め固め方法は、型枠装置の天端部分において、施工継ぎ目に対応する型枠部材の端部直近であって、引抜バイブレータの先端部よりも型枠部材の端部側で、それぞれ天端センター部から周方向の下側に、一対のバイブレータ挿入口を設けることに主要な特徴がある。そして、施工継ぎ目の天端部分でコンクリートを打設する前に、各バイブレータ挿入口から、型枠部材の周方向に沿って、各バイブレータの引き抜き過程において各バイブレータの振動部が交差するように、一方のバイブレータ挿入口から他方のバイブレータ挿入口へ向かって延長した長さだけ、それぞれバイブレータを挿入する。

【0019】

続いて、コンクリートの打設が開始され、施工継ぎ目部分までコンクリートが打ち込まれたら、コンクリートの打ち込みを継続しながら、所定時間、各バイブレータを移動させずに締め固めを行う。続いて、所定時間経過後に、各バイブレータをそれぞれ各バイブレータ挿入口側へ引き抜きながら締め固めを行う。最後に、各バイブレータを各バイブレータ挿入口からそれぞれ引き出した後に、各バイブレータ挿入口を閉鎖部材により閉鎖し、型枠部材に型枠バイブレータを接触させて各バイブレータ挿入口周辺を振動させることにより締め固めを行うようになっている。

【発明の効果】

【0020】

本発明に係るトンネル覆工における施工継ぎ目の締め固め方法によれば、施工継ぎ目に對応する型枠部材の端部直近に一対のバイブレータ挿入口を設けて、当該バイブレータ挿入口から打ち込んだコンクリート内にバイブレータを挿入することにより、従来、狭隘な空間における苦渋作業となっていた施工継ぎ目における締め固めを容易かつ確実に実施することができる。

【0021】

したがって、施工継ぎ目の天端部分において、作業効率を向上させるとともに確実に締め固めを行うことが可能となり、ひいてはトンネル覆工の施工品質が向上する。なお、検査窓から行う施工継ぎ目周辺の締め固めは従来通りである。

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】本発明の実施形態に係るトンネル覆工における施工継ぎ目の締め固め方法を適用するトンネル天端部の断面模式図。

【図2】本発明の実施形態に係るトンネル覆工における施工継ぎ目の締め固め方法を適用するトンネル天端部の断面模式図（拡大図）。

【図3】バイブレータ挿入口の断面図。

【図4】トンネル覆工における鉄筋の配置例を示す模式図。

【図5】型枠装置の天端部付近を示す模式図。

【発明を実施するための形態】

【0023】

以下、図面を参照して、本発明の実施形態に係るトンネル覆工における施工継ぎ目の締め固め方法（以下、締め固め方法と略記する）を説明する。図1～5は本発明の実施形態に係る締め固め方法を説明するもので、図1及び図2はトンネル天端部の断面模式図、図3はバイブレータ挿入口の断面図、図4はトンネル覆工における鉄筋の配置例を示す模式図、図5は型枠装置の天端部付近を示す模式図である。

【0024】

<型枠装置>

図示しないが、本実施形態に使用する型枠装置は、一般的に使用されているセントルと称される装置であり、トンネルの内壁面に合致したアーチ状で、トンネルの延長方向に移動可能となっている。この型枠装置は、一対のレール上に載置する台車と、トンネル内空断面形状に対応した型枠部材と、覆工部材（例えば、充填材や覆工コンクリート）の注入

10

20

30

40

50

装置（注入管及び圧送装置）等を備えている。また、型枠部材をトンネルの内空面に接近する方向と、トンネルの内空面 50 から離隔する方向に移動させるための移動装置（油圧ジャッキ等）を備えている。

【0025】

また、型枠装置には、図 5 に示すように、覆工部材の注入口 100、注入口 100 を兼ねた検査窓 110、通常の検査窓 120、打設したコンクリートを型枠部材の長さ方向に締め固めるための引抜バイブレータ 130 等を設けてある。

【0026】

<締め固め方法>

本発明の実施形態に係る締め固め方法は、型枠装置を用いてトンネル内壁面に覆工を施工する際に、施工継ぎ目の天端部分において締め固めを行うための方法である。本発明では、特に、施工継ぎ目の天端部分を締め固めるためのバイブレータ挿入口（施工継ぎ目用バイブレータの挿入口）10 の位置及びバイブレータ（施工継ぎ目用バイブレータ）20 による締め固め方法に特徴がある。なお、以下の説明において、バイブレータ挿入口 10 とは、施工継ぎ目の天端部分において締め固めを行うためのものを言う。

10

【0027】

<バイブレータ>

本実施形態に使用するバイブレータ 20 は、一般的にトンネル覆工の締め固めに使用されているもので、図 2 に示すように、振動部 21 と、振動部 21 に接続されたケーブル 22 を主要な構成要素としており、作業員がケーブル 22 を操作しながら振動部 21 をコンクリート内に挿入し、締め固めを行うようになっている。

20

【0028】

<バイブレータ挿入口>

型枠部材 30 には、複数のバイブレータ挿入口（検査窓 120）が設けてあるが、本実施形態で施工継ぎ目の天端部分において締め固めを行うためのバイブレータ挿入口 10 は、施工継ぎ目に対応する型枠部材 30 の端部直近に設けてある。すなわち、バイブレータ挿入口 10 は、図 1、図 2、図 4、図 5 に示すように、天端センター部から周方向の下側に位置している。

【0029】

また、引抜バイブレータ 130 を使用して締め固めを行う方法を用いる場合には、引抜バイブレータ 130 の先端部よりも型枠部材 30 の端部側にバイブレータ挿入口 10 を設けてある。このバイブレータ挿入口 10 は、他の一般的なバイブレータ挿入口（検査窓 120）から挿入したバイブレータ 20 では十分な締め固めを行うことができず、また、引抜バイブレータ 130 が届かない範囲の締め固めを行うために、施工継ぎ目の天端部分に設けてある。

30

【0030】

具体的には、施工継ぎ目の天端部分（施工継ぎ目中央部約 2 m の範囲）を効果的かつ限定期に締め固めることを目的としたバイブレータ挿入口 10 であり、天端センター部から周方向下側へ向かって約 1 m の位置に、それぞれバイブレータ挿入口 10 を設けてある。基本構造は、内空幅 6 cm、長さ 30 cm の検査窓方式となっており、開閉蓋（図示せず）により開閉できるようになっている。

40

【0031】

また、図 4 に示すように、覆工コンクリートを打設する空間内には鉄筋 40（主筋 42 及び配力筋 41）が配設されているため、バイブレータ挿入口 10 の平面的な位置は、施工継ぎ目からバイブレータ挿入口 10 の中心まで 17.5 cm となっている。

【0032】

<締め固め手順>

本実施形態では、施工継ぎ目の天端部分でコンクリートを打設する前に、各バイブレータ挿入口 10 から、型枠部材 30 の周方向に沿って、所定長だけ、それぞれバイブレータ 20 を挿入する。各バイブレータ 20 の挿入長は、各バイブレータ 20 の引き抜き過程に

50

おいて各バイブレータ 20 の振動部 21 が交差するように、一方のバイブレータ挿入口 10 から他方のバイブレータ挿入口 10 へ向かって延長した長さとする。上述した具体例の場合、バイブレータ 20 の挿入長さは、それぞれ 1.4 m 程度として、天端センター部で振動部 21 の基部が交差するようにしている。

【0033】

コンクリートの打設が開始されて、施工継ぎ目部分（例えば、施工継ぎ目の位置で高さ 20 cm 程度）までコンクリートが打ち込まれたら、コンクリートの打ち込みを継続しながら、所定時間（例えば、20 秒程度）、各バイブレータ 20 を移動させずに締め固めを行う。なお、コンクリートの打設が開始された直後は、天端部の検査窓を用いて、通常の方法で締め固めを行いながらコンクリートを打設する。

10

【0034】

続いて、所定時間（例えば、20 秒）経過後に、各バイブレータ 20 を各バイブレータ挿入口 10 側へ引き抜きながら締め固めを行う。バイブレータ 20 の引き抜き速度は、例えば 1 秒間に 5 cm 程度とし、合計で 30 秒程度の時間を掛けてバイブレータ 20 を引き抜く。

【0035】

各バイブレータ 20 を各バイブレータ挿入口 10 から引き出したら、各バイブレータ挿入口 10 を閉鎖部材により閉鎖する。そして、型枠部材 30 に型枠バイブル（図示せず）を接触させてバイブルを各バイブレータ挿入口 10 の周辺を振動させることにより、さらなる締め固めを行う。

20

【0036】

本発明に係る締め固め方法を実施することにより、天端打設口からコンクリートの打設が開始された初期の段階で、バイブルを動かさずに覆工コンクリートの天端中央部を確実に締め固めることができる。また、狭隘な空間においてもバイブルの操作が容易となるため、締め固め作業が苦渋作業となることがない。このように、施工継ぎ目部分において容易かつ確実に締め固めを行うことができるので、ジャンカの発生等を防止して、施工品質を向上させることができる。

【符号の説明】

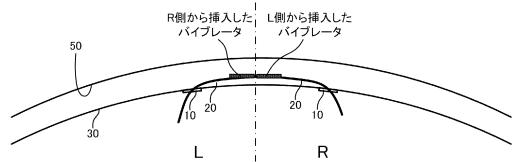
【0037】

- 10 バイブル
- 20 バイブル
- 21 振動部
- 22 ケーブル
- 30 型枠部材
- 40 鉄筋
- 41 配力筋
- 42 主筋
- 50 内空面
- 100 注入口
- 110 検査窓（注入口兼用）
- 120 検査窓
- 130 引き抜きイブレータ

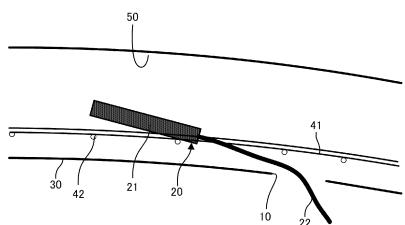
30

40

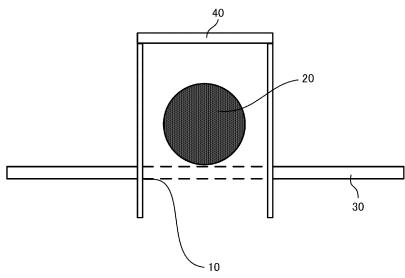
【 図 1 】



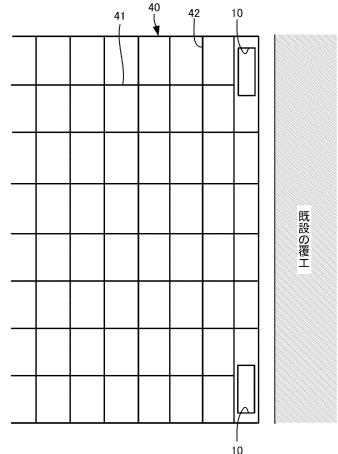
【図2】



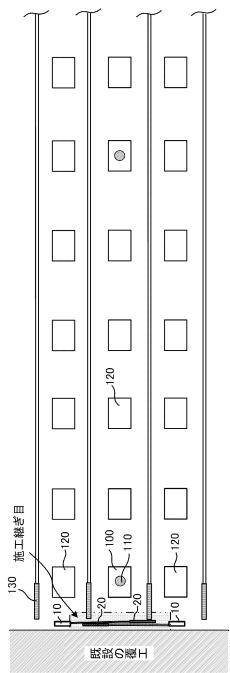
【 図 3 】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

審査官 湯本 照基

(56)参考文献 特開2000-356099(JP, A)

特開2001-336397(JP, A)

特開2013-194384(JP, A)

特開2003-003795(JP, A)

特開2016-053263(JP, A)

特開2011-099228(JP, A)

特開2012-046891(JP, A)

特開2010-255380(JP, A)

欧州特許出願公開第01136650(EP, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

E21D 11/10

E04G 21/08