



Republik
Österreich
Patentamt

(11) Nummer: **AT 397 415 B**

(12)

PATENTSCHRIFT

(21) Anmeldenummer: 2004/85

(51) Int.Cl.⁵ : **E21D 10/06**
E21D 9/00

(22) Anmeldetag: 5. 7.1985

(42) Beginn der Patentdauer: 15. 8.1993

(45) Ausgabetag: 25. 4.1994

(30) Priorität:

26.11.1984 DE 3443040 beansprucht.

(56) Entgegenhaltungen:

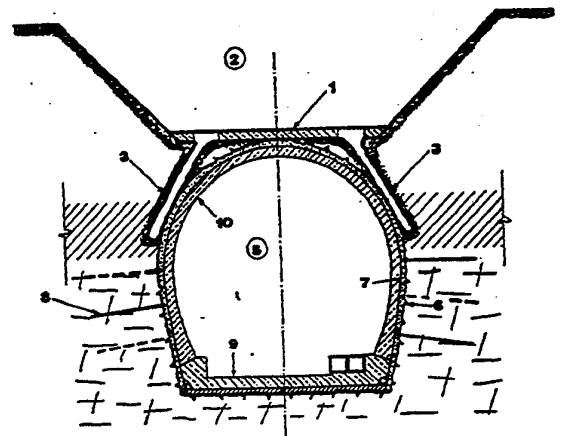
DE-PS 720617 DE-PS2829712 DE-PS2623179 US-PS 902973

(73) Patentinhaber:

SAUER GERHARD DR. ING.
A-5412 PUCH/SALZBURG, SALZBURG (AT).

(54) VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG UNTERIRDISCHER BAUWERKE MITTELS DECKELBAUWEISE

(57) Bei einem Verfahren zur Herstellung von unterirdischen Bauwerken, insbesondere von U-Bahn-Tunnels, mittels Türostock-Deckelbauweise, bei dem die Tunneldecke (1) nach dem Aushub des erforderlichen Bodens (2) in Solltiefe direkt auf den Boden aufgebracht, danach der Boden wieder eingefüllt und schließlich das Tunnelprofil unter der Tunneldecke ausgehoben wird, wird die Tunneldecke (1) vor oder nach dem Aufbringen auf den Boden mittels nach unten gerichteter, in den gewachsenen Boden eingebrachter Sicherungselemente (3) so verbunden, daß beim nachfolgenden bergmännischen Vortrieb des Tunnelprofils (5) die Tunnelkalotten bzw. -ulmen bis auf Kämpferhöhe durch die seitlichen pfahl- oder plattenförmigen Sicherungselemente (3) vor dem Hereinbrechen von Erdreich gesichert sind.



AT 397 415 B

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung von unterirdischen Bauwerken, insbesondere von U-Bahn-Tunnels, mittels Deckelbauweise, bei dem die Tunneldecke nach dem Aushub des erforderlichen Bodens in Solltiefe direkt auf den Boden aufgebracht, danach der Boden wieder eingefüllt und schließlich das Tunnelprofil unter der Tunneldecke ausgehoben wird.

5 Durch die US-PS 902 973 wurde bereits ein solches Verfahren vorgeschlagen. Bei dieser bekannten Lösung wird von einer Struktur ausgegangen, die im Boden fest verankert und in sich standfest ist. Unter dieser die Decke samt Abstützung umfassenden Struktur kann ein Tunnel ohne Probleme gebaut werden. Diese Art der Tunnelbauweise ist mit der seit langem bekannten "Mailänder Bauweise" verwandt.

10 Dabei sind Auflagerpfähle für die Decke vorgesehen. Der Tunnelquerschnitt wird nach dem bekannten Verfahren zuerst voll ausgebrochen und danach die Schalung errichtet und dann erst die seitlichen Stützwände hergestellt. Dabei können die seitlichen Stützwände auch durch ein Mauerwerk gebildet werden, was jedoch sehr zeitaufwendig ist und die Decke während der Errichtung der seitlichen Mauern voll abgestützt werden muß.

15 Bei einem weiteren bekannten Verfahren dieser Art (DE-PS 28 29 712) wird die Tunneldecke nach dem Aushub des erforderlichen Bodens in Solltiefe direkt auf den Boden aufgebracht, worauf dann der Boden wieder eingefüllt und schließlich das Tunnelprofil unter der Tunneldecke ausgehoben wird.

20 Ein solches Verfahren hat sich deshalb als vorteilhaft erwiesen, weil es sich wegen des Wegfalls sonst üblicher Unterstützungsmaßnahmen sehr wirtschaftlich und kurzzeitig durchführen läßt. Dies beruht darauf, daß die eigentliche Abstützung der Tunneldecke in ganz einfacher Weise auf dem gewachsenen Boden erfolgt, auf dem die Tunneldecke in einer bestimmten Breite an ihren beiden Längsrändern aufliegt.

25 Als nachteilig hat sich jedoch gezeigt, daß der zum Zweck des Einbringens der Tunneldecke erforderliche Aushub des Bodens immer noch mit einer unbefriedigend großen Breitenstreckung erfolgen muß, was auf dem Umstand beruht, daß beidseits des Tunnelprofils, in dessen Längsrichtung gesehen, ein ausreichender Breitenabschnitt des Bodens freigelegt werden muß, der dann als Auflager für den betreffenden seitlichen Längsabschnitt der Tunneldecke dienen kann. Hinzu kommt außerdem, daß auch die Tunneldecke in nachteiliger Weise immer noch mit einer Breite gefertigt werden muß, die im Grunde genommen weit über dasjenige Breitenmaß hinausgeht, das zur Schaffung des gewünschten deckelartigen Abschlusses des Tunnelprofils erforderlich ist. Schließlich hat sich auch gezeigt, daß die auf den anstehenden Boden aufgelegte Tunneldecke das unerwünschte Hereinbrechen von Erdreich in den oberen Bereich des Tunnelprofils nicht verhindern kann.

30 Nach einem weiteren bekannten Verfahren ("Tunnelbau" von K. Szechy, Wien 1969, S. 615, Abb. 458) werden zunächst Pfähle in Abständen von 5 bis 8 m niedergebracht und darauf Stahlbeton-Holmträger aufbetoniert. Auf diese Tragkonstruktion werden die Fertigteile der Deckenkonstruktion verlegt, in deren Schutz dann der Erdaushub erfolgt.

35 Bei einem bekannten Verfahren (GB-PS 13 189, Fig. 6 - 10) werden I-Träger in Abständen von 2 - 5 m in den Boden eingebracht, die mit ihrem oberen Ende die danach auf Sollhöhe auf den zuvor planierten Boden aufgebrachte Tunneldecke einbinden und sie so während des Aushubs unterstützen. Die I-Träger dienen gleichzeitig als Verbauträger eines Berliner Verbaus zur Stützung gegen seitlichen Erddruck. Außerdem müssen hier entweder vor dem Aufbringen der Tunneldecke zusätzliche Pfähle mit Querriegeln und Längshölzern eingebracht werden oder es muß während des Aushubs ein Verbau zur Unterstützung der Tunneldecke eingebaut werden, der erst nach Fertigstellung des Tunnels wieder ausgebaut werden kann.

40 Gemäß einem weiteren bekannten Verfahren (DE-PS 7 20 617) wird in einem ersten Bauabschnitt ein Stollen aufgeföhrt und auf seiner Sohle eine Tunneldecke aus Beton hergestellt. In einem zweiten Bauabschnitt werden zur Deckenabstützung mit Spindelschuhen versehene lotrechte Behelfsstützen und Queraussteifungen unter der Decke eingebaut. Außerdem werden bis unter die Tunneldeckenaufleger reichende Rahmenschienen einer Getriebezimmerng sowohl zum Verbau der Tunnelwand als auch zur Sicherung gegen Versackungen der Auflager eingebaut.

45 Hat jedoch die Tunneldecke Mittelstützen, müssen diese und die Seitenwände des Tunnels bereits vor Freilegen des gesamten unter der Decke liegenden Raumes eingebaut sein. Dazu werden im Schutz der Tunneldecke unter Anwendung behelfsmäßiger hölzerner Brust- und Seitenabschlußwände die hierfür erforderlichen schmalen Längsschlitzte zum Einbau der Mittelstützen und Seitenwände hergestellt. Mit diesem Verfahren müssen demnach erst die nötigen Voraussetzungen zum Aushub des gesamten unter der zuvor auf Seitenwänden und Mittelstützen aufzulegenden Tunneldecke geschaffen werden.

50 Ferner ist bekannt, zunächst die Tunnelwände als Schlitzwände in den Boden einzubringen und darauf die Tunneldecke aufzulegen, bevor das Tunnelprofil ausgehoben wird. Die Herstellung der Schlitzwände erfordert aber den Einsatz schwerer Aushub- und Bohrgeräte. Dabei ergeben sich erhebliche langanhaltende Verkehrsbeschränkungen, evtl. sogar Umleitungen. Insbesondere ist die Aufbereitung, Lagerung und Regenerierung der hier erforderlichen Stützflüssigkeit sehr aufwendig. Es ist auch jedesmal ein Problem, sich der verbrauchten Stützflüssigkeit am Ende der Bauzeit zu entledigen, da das Bentonit-Wasser-Gemisch nicht einfach wieder getrennt werden kann und als Gemisch nur in geringen Mengen an wenige, hierfür geeignete Deponien angeliefert werden darf.

60 Bei einer anderen bekannten Untertage-Bauweise ("Schweizerische Bauzeitung" Heft 43 vom 27. Oktober 1977, S. 778) wird die obere Decke auf zuvor in den Baugrund eingebrachte senkrechte Stützen aufgelegt. Da

diese Stützen nach dem Aushub des Lichtraumprofil des fertigen Bauwerks durchdringen, ist diese Bauweise für den U-Bahn-Tunnelbau nicht geeignet.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, das Verfahren der gattungsgemäßen Art zur Beseitigung der geschilderten Nachteile derart auszugestalten, daß das Ausmaß der erforderlichen Aushubarbeiten in Breitenstreckung der Tunneldecke erheblich reduziert und gleichzeitig sichergestellt wird, daß das Hereinbrechen von Bodenmaterial beim Ausheben des Tunnelprofils vermieden ist.

Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, daß die Tunneldecke nach dem Aufbringen auf den Boden mittels nach unten gerichteter, in den gewachsenen Boden eingebrachter Sicherungselemente so befestigt wird, daß beim nachfolgenden bergmännischen Vortrieb des Tunnelprofils die Tunnelkalotten bzw. -ulmen bis auf Kämpferhöhe durch die seitlichen pfahlförmigen Sicherungselemente vor dem Hereinbrechen von Erdreich gesichert sind, wobei die Tunneldecke lediglich mit ihren beiden Stirnenden auf der vorher fertiggestellten Tunnelröhre bzw. auf dem gewachsenen Boden aufliegt, dabei können die pfahlförmigen Sicherungselemente vor oder nach dem Aufbringen der Tunneldecke auf den Boden in diesen eingebracht werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist wegen des Wegfalls der sonst üblichen Unterstützungsmaßnahmen sehr wirtschaftlich und kurzzeitig durchzuführen. Nur während der Herstellung der als Tunneldecke dienenden Betondecke und der als Sicherungselemente dienenden kurzen Pfähle bzw. Injektionslanzen selbst sind die darüberliegenden Verkehrswege beeinträchtigt, was jedoch nur während einer außerordentlich kurzen Zeit erfolgt.

Schwere Geräte, wie bei anderen Verfahren etwa zur Herstellung von Schlitzwänden, gerammten oder gebohrten langen Bohrpfählen zur Unterstützung der Tunneldecke notwendig, sowie Lager- und Aufbereitungsanlagen zur Behandlung von Stützflüssigkeiten sind bei dem erfindungsgemäßen Verfahren nicht erforderlich.

Durch das erfindungsgemäße Verfahren ist gewährleistet, daß das Ausmaß der erforderlichen Aushubarbeiten in Breitenstreckung der Tunneldecke erheblich reduziert ist, da die Tunneldecke mit beträchtlich geringerer Breite als bisher hergestellt werden kann. Dies beruht darauf, daß die Tunneldecke nicht mehr seitlich auf dem anstehenden Boden mit einem bestimmten Breitenabschnitt abgestützt werden muß, sondern im wesentlichen lediglich nur noch mit ihren beiden Stirnenden auf der Tunnelröhre bzw. auf dem gewachsenen Boden aufliegt. Aus diesem Grund kann auch die Tunneldecke, die früher eine Breite von beispielsweise 10 m bei einem breiten Tunnel aufwies, gemäß dem Verfahren nach der Erfindung mit einer fast auf die Hälfte reduzierten Breite, d. h. bei dem genannten Beispiel mit einer Breite von 5 m hergestellt werden. Dies verringert nicht nur beträchtlich die erforderliche Materialmenge zur Herstellung der Tunneldecke, sondern reduziert zwangsläufig auch die zum Einbringen der Tunneldecke erforderlichen Aushubarbeiten.

Hinzu kommt außerdem, daß aufgrund der vorgesehenen, vertikal nach unten, vorzugsweise schräg nach außen von der Tunneldecke aus in den anstehenden Boden eingebrachten Sicherungselemente ein späteres Hereinbrechen von Bodenmaterial beim Aushub des Tunnelprofils mit Sicherheit vermieden wird. Hierbei ist es lediglich erforderlich bzw. erwünscht, die Seitenwände des später aufzufahrenden Tunnels bis zur Kalottenhöhe mittels vorher eingebrachter o. a. Voraussicherungen gegen Einlaufen zu sichern. Damit wird auch insgesamt durch das erfindungsgemäße Verfahren eine geringstmögliche Störungsbreite an der Oberfläche unter gleichzeitiger Beachtung eines schnellstmöglichen Bauablaufes gewährleistet.

Dem Verfahren gemäß der Erfindung liegt der Gedanke zugrunde, die vorausbetonierte Tunneldecke mittels nach unten gerichteter, in den gewachsenen Boden eingebrachter Sicherungselemente so zu verbinden, daß beim nachfolgenden bergmännischen Vortrieb des Tunnelprofils die Tunnelkalotten bzw. -ulmen bis auf Kämpferhöhe durch die seitlichen pfahlförmigen Sicherungselemente vor dem Hereinbrechen von Erdreich gesichert sind.

Vorteilhafterweise werden die Sicherungselemente von der Tunneldecke aus, insbesondere beginnend an oder nahe ihrer beiden Längsränder, derart in den Boden eingebracht, daß sie zusammen mit der Tunneldecke das zu bildende Tunnelprofil kappenartig übergreifen. Zu diesem Zweck können die Sicherungselemente vertikal nach unten verlaufend in den Boden eingebracht werden. Vorzugsweise erfolgt dies jedoch schräg nach außen und unten verlaufend, um in jedem Fall sicherzustellen, daß das Lichtraumprofil des fertigen Tunnelbauwerks später nicht beeinträchtigt ist.

Es entspricht einer zweckmäßigen Ausgestaltung der Erfindung, die pfahl- oder plattenförmigen Sicherungselemente in Form von Bohr- oder Injektionspfählen, Ramm- oder Bohrankern, Stahlnägeln, Kanaldielen oder dgl. einzubringen, was mittels leichtem Gerät erfolgen kann und demgemäß keinen großen Aufwand darstellt.

Das Einbringen der Sicherungselemente in den Boden kann vor Betonieren der Tunneldecke erfolgen oder von der Tunneldecke aus, entweder durch vorbereitete Durchbrechungen der Tunneldecke hindurch, oder aber derart durchgeführt werden, daß die Tunneldecke erst beim Einbringen der Sicherungselemente an den entsprechenden Stellen entlang ihrer Längsränder durchbrochen wird.

Bei einer praktischen Ausführungsform des Verfahrens gemäß der Erfindung ist vorgesehen, die Sicherungselemente im Abstand von etwa 1,5 m anzuordnen, um dadurch die gewünschte Absicherung gegen Hereinbrechen von Bodenmaterial in das Tunnelprofil zu gewährleisten.

Es entspricht einer vorteilhaften Durchführung der Erfindung, wenn der zum Zweck des Einbringens der Tunneldecke erfolgende Aushub des Bodens lediglich in einer solchen Breite durchgeführt wird, die maximal der Breite der Tunneldecke entspricht. Dies ist deswegen möglich, weil es nicht mehr erforderlich ist, zusätzlich zur eigentlichen Tunnelbreite einen bestimmten Breitenabschnitt des Bodens in Längsrichtung der Tunnelröhre freizulegen, auf dem die Tunneldecke aufliegen muß. Stattdessen stützt sich die schmal ausgebildete Tunneldecke mit ihrem einen Stirnende auf der im Zuge des Vortriebes fertiggestellten Tunnelröhre und mit ihrem anderen Stirnende auf dem gewachsenen Boden ab, so daß erfindungsgemäß die Tunneldecke nur in einer solchen Breite gefertigt wird, die maximal der Breite des Tunnelprofils entspricht.

Die Erfindung wird im folgenden anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 das Tunnelbauwerk im Querschnitt und

Fig. 2 im Längsschnitt.

Wie aus der Zeichnung ersichtlich, wird eine Tunneldecke (1), deren Breite maximal der Breite des herzustellenden Tunnelbauwerks entspricht, in Solltiefe direkt auf den Boden aufgebracht, nachdem zuvor der abzutragende Boden (2) ausgehoben wurde. Der Aushub dieses abzutragenden Bodens (2) erfolgt hierbei lediglich in einer solchen Breite, gemessen in Solltiefe, die maximal etwa der Breite der Tunneldecke (1) entspricht.

Bevor oder nachdem dann die Tunneldecke (1) in Solltiefe auf den gewachsenen Boden, beispielsweise durch entsprechendes Vergießen von Beton, aufgebracht worden ist, werden von dieser Aushubtiefe oder von der Tunneldecke (1) aus in der dargestellten Weise Sicherungselemente (3) schräg nach außen sowie nach unten verlaufend in den anstehenden Boden eingebracht. Dies erfolgt in Form von Bohr- oder Injektionspfählen, Ramm- oder Bohrankern, Stahlnägeln, Kanaldielen und dgl., was in einfacher Weise mittels leichtem Gerät durchgeführt werden kann. Der Abstand der Sicherungselemente (3) beträgt bei dem dargestellten Ausführungsbeispiel ca. 0,5 bis 1,5 m, wobei das Einbringen der Sicherungselemente (3) in den anstehenden Boden, wie aus Fig. 1 ersichtlich, derart erfolgt, daß die Sicherungselemente (3) das spätere Tunnelbauwerk kappenartig übergreifen.

Anschließend wird der Freiraum über der Tunneldecke (1) wieder mit abgetragenem Boden (4) aufgefüllt, worauf dann das Tunnelprofil (5) unter der Tunneldecke (1) ausgehoben wird. Hierbei verhindern die Sicherungselemente (3), die seitliche Pfähle darstellen, während des bergmännischen Vortriebes das Hereinbrechen von Bodenmaterial, so daß auch dieser Vortrieb sehr wirtschaftlich erfolgt.

Während des Aushubes des Tunnelprofils (5) werden gleichzeitig die Wände des anstehenden Bodens (6) mittels Spritzbeton (7) und, soweit erforderlich, mit Erdankern (8) gesichert. Auf der Tunnelsohle wird eine Sauberkeitsschicht und darauf eine Betonsohle (9) aufgebracht. Danach wird die Tunnelsohle (10) bis unter die Tunneldecke (1) mittels üblicher Tunnelstahlschalung hergestellt, so daß dann die Tunnelsohle (10) die dauerhafte Stützung des Tunnelbauwerkes übernimmt.

Wie aus der Zeichnung, insbesondere aus Fig. 1, ersichtlich, werden die Sicherungselemente (3) von solchen Durchbrechungen (11) der Tunneldecke (1) aus in den Boden eingebracht, die im Abstand voneinander entweder vorher in der Tunneldecke (1) vorbereitet waren oder aber dadurch gebildet werden, daß die Tunneldecke (1) an den entsprechenden Stellen während des Einbringens der Sicherungselemente (3) durchbohrt wird, oder erst nach Einbringen der Sicherungselemente aufbetoniert wird.

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zur Herstellung von unterirdischen Bauwerken, insbesondere von U-Bahn-Tunnels, mittels Deckelbauweise, bei dem die Tunneldecke nach dem Aushub des erforderlichen Bodens in Solltiefe direkt auf den Boden aufgebracht, danach der Boden wieder eingefüllt und schließlich das Tunnelprofil unter der Tunneldecke ausgehoben wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Tunneldecke nach dem Aufbringen auf den Boden mittels nach unten gerichteter, in den gewachsenen Boden eingebrachter Sicherungselemente so befestigt wird, daß beim nachfolgenden bergmännischen Vortrieb des Tunnelprofils die Tunnelkalotten bzw. -ulmen bis auf Kämpferhöhe durch die seitlichen pfählförmigen Sicherungselemente vor dem Hereinbrechen von Erdreich gesichert sind, wobei die Tunneldecke lediglich mit ihren beiden Stirnenden auf der vorher fertiggestellten Tunnelröhre bzw. auf dem gewachsenen Boden aufliegt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Sicherungselemente von der Tunneldecke aus, insbesondere beginnend an oder nahe ihrer beiden Längsränder, derart in den Boden eingebracht werden, daß sie zusammen mit der Tunneldecke das zu bildende Tunnelprofil kappenartig übergreifen.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Sicherungselemente, wie an sich bekannt, in Form von Bodenpfählen, Ramm- oder Bohrankern, Stahlnägeln, Injektionspfählen und dgl. eingebracht werden.
- 5 4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Sicherungselemente, wie an sich bekannt, schräg nach außen verlaufend in den Boden eingebracht werden.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Sicherungselemente wie an sich bekannt, vertikal nach unten verlaufend in den Boden eingebracht werden.
- 10 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Sicherungselemente durch vorbereitete Durchbrechungen der Tunneldecke hindurch in den Boden eingebracht werden.
- 15 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Tunneldecke erst beim Einbringen der Sicherungselemente an den entsprechenden Stellen entlang ihrer Längsränder durchbrochen wird.
- 20 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Sicherungselemente im Abstand von ca. 0,5 bis 1,5 m angeordnet werden.

Hiezu 1 Blatt Zeichnung

25

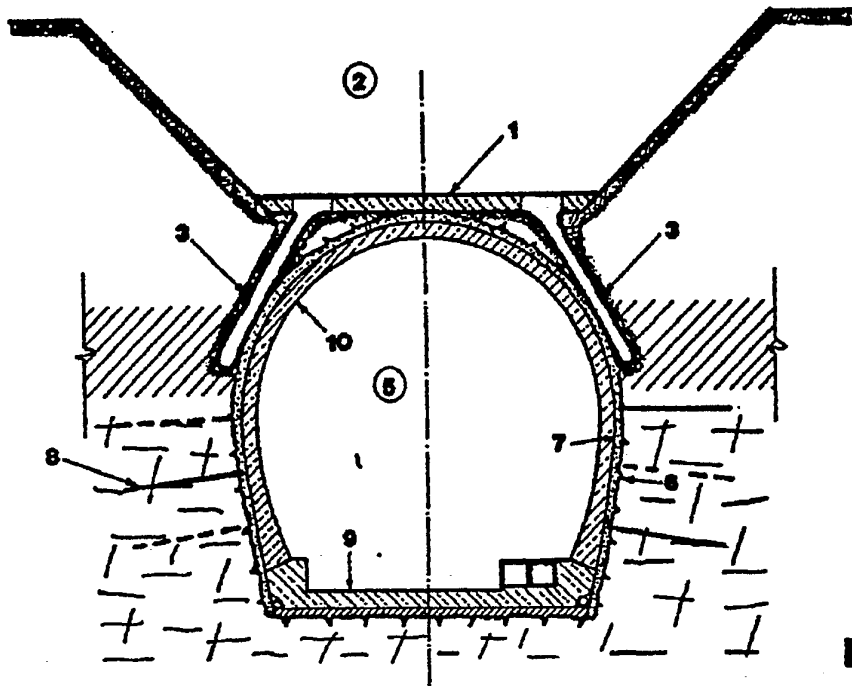


Fig. 1

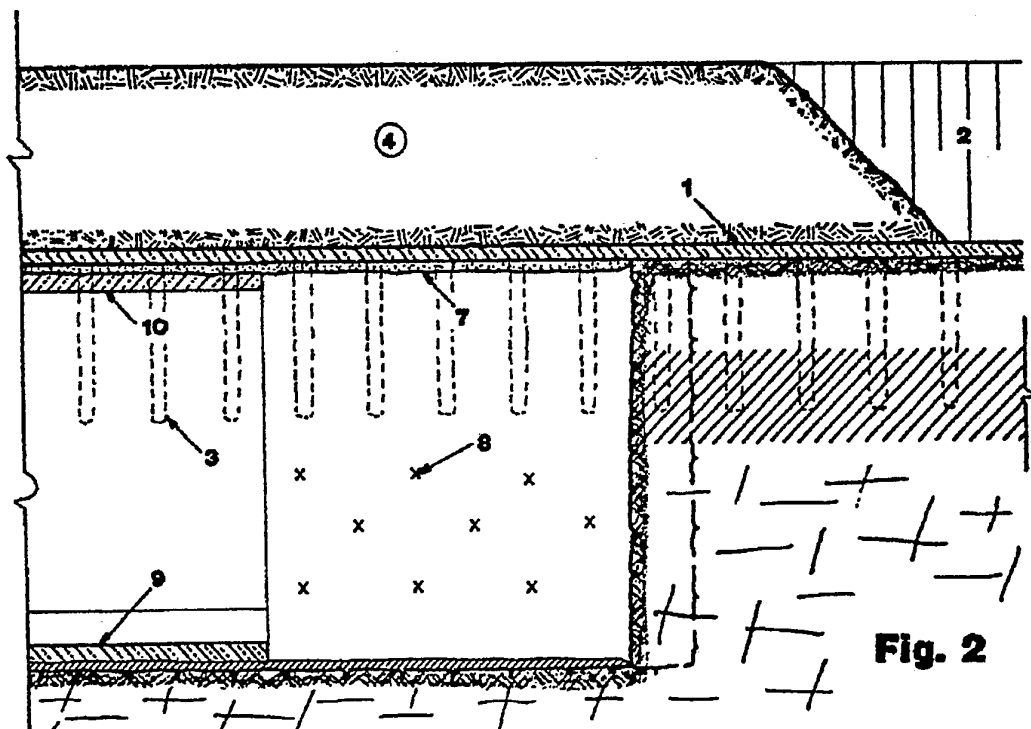


Fig. 2