



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



⑪ Numéro de publication : **0 294 304 B1**

⑫

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

④⑤ Date de publication du fascicule du brevet :
28.08.91 Bulletin 91/35

⑤① Int. Cl.⁵ : **E21D 11/38, E21D 11/10**

②① Numéro de dépôt : **88420180.7**

②② Date de dépôt : **02.06.88**

⑤④ Dispositif d'étanchement et de revêtement d'un tunnel et son procédé de mise en oeuvre.

③⑩ Priorité : **04.06.87 FR 8708025**

④③ Date de publication de la demande :
07.12.88 Bulletin 88/49

④⑤ Mention de la délivrance du brevet :
28.08.91 Bulletin 91/35

⑥④ Etats contractants désignés :
AT BE CH DE ES FR GB IT LI SE

⑤⑥ Documents cités :
CH-A- 505 254
DE-A- 1 784 259

⑤⑥ Documents cités :
DE-A- 2 325 496
FR-A- 2 336 544
FR-A- 2 470 243
US-A- 4 129 991

⑦③ Titulaire : **Chatenoud, Gilles**
5, rue Carnot
F-69500 Bron (FR)

⑦② Inventeur : **Chatenoud, Gilles**
5, rue Carnot
F-69500 Bron (FR)

⑦④ Mandataire : **Karmin, Roger et al**
Cabinet MONNIER 150, Cours Lafayette
F-69003 Lyon (FR)

EP 0 294 304 B1

Il est rappelé que : Dans un délai de neuf mois à compter de la date de publication de la mention de la délivrance du brevet européen toute personne peut faire opposition au brevet européen délivré, auprès de l'Office européen des brevets. L'opposition doit être formée par écrit et motivée. Elle n'est réputée formée qu'après paiement de la taxe d'opposition (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

La présente invention concerne les dispositifs d'étanchement et de revêtement d'un tunnel qui permettent de protéger la chaussée des venues d'eau et des chutes de blocs provenant de l'excavation.

Dans la méthode la plus couramment employée, l'étanchéité est assurée par une feuille de PVC souple, fixée en périphérie de l'excavation et protégée par un revêtement constitué d'une voûte épaisse en béton coffré. Cette technique qui demande de longs délais d'exécution est d'un coût élevé, en particulier parce qu'elle nécessite l'emploi d'un coffrage onéreux qui n'est rentabilisé que dans l'exécution de tunnels longs.

D'autres méthodes existent pour mettre en place, dans des tunnels creusés en site rocheux, un complexe étanchéité/revêtement plus léger, d'une mise en place plus rapide et d'un coût moins élevé. C'est la nature du revêtement venant en protection de la feuille d'étanchéité qui distingue ces méthodes.

L'une d'elles consiste à protéger la feuille d'étanchéité par une voûte constituée en tôles galvanisées. La protection ainsi obtenue est fragile et peu durable, les usagers étant mal protégés des risques de chutes de blocs provenant de l'excavation.

Le revêtement du tunnel peut être aussi constitué d'une voûte mince préfabriquée en béton armé, décomposée en éléments plus ou moins grands. Ces voûtes sont fragilisées du fait de l'oxydation des fixations des éléments préfabriqués, si bien que des chocs accidentels ont causé la chute de ce revêtement lourd sur des usagers.

Une dernière méthode consiste à protéger la feuille d'étanchéité fixée en périphérie de l'excavation par une projection de béton armé par un treillis soudé de forte section. Ici le béton, qui est mis en place très lentement du fait de son peu d'adhérence à la feuille d'étanchéité, doit suivre le profil de l'excavation et en conséquence la voûte obtenue est très irrégulière et bosselée.

Dans le dispositif objet de l'invention, le complexe étanchéité/revêtement est constitué d'une feuille d'étanchéité protégée par une coque en béton projeté indépendante et du terrain et de l'étanchéité. Ici, des moyens sont mis en oeuvre pour permettre de ne plus avoir à fixer la feuille d'étanchéité au terrain et pour obtenir une coque de forme géométrique voulue et d'épaisseur constante quel que soit le profil de l'excavation rocheuse. Ces moyens permettent de donner à l'intrados de cette coque en béton projeté un aspect lisse et régulier. La coque obtenue est monolithique et repose sur deux soubassements en béton coffré qui viennent renforcer le revêtement dans sa partie la plus exposée aux chocs accidentels. Ainsi, le revêtement a des caractéristiques de solidité et d'esthétique qui lui permettent de remplacer la protection constituée d'une voûte en béton coffré, mais il est d'une

mise en oeuvre rapide, d'un coût inférieur et ne présente pas les inconvénients des autres méthodes connues.

Le complexe étanchéité/revêtement suivant l'invention est constitué d'une feuille de mousse à cellules fermées formant l'étanchéité, qui repose sur une ossature légère servant de support à la réalisation d'une coque en béton projeté. La forme et l'épaisseur de cette coque sont celles données par l'ossature légère. Pour cela, l'ossature est associée sur son extrados à une enveloppe périphérique destinée à arrêter et accrocher le béton lors de sa projection. Son intrados est pourvu de moyens qui permettent le réglage du béton en fin de projection. La surface du béton est enfin talochée de façon à présenter un aspect lisse et régulier.

Une fois la coque de béton projeté réalisée, deux types de résistance du revêtement peuvent être obtenus suivant que ce revêtement participe ou non au soutènement à long terme du tunnel.

Quand le soutènement à long terme de l'ouvrage est assuré, l'espace compris entre l'intrados de la coque et l'excavation reste vide, dans le cas contraire, on injecte du béton dans cet espace, la coque servant ici de coffrage.

On connaît par le document CH-A-505254 un coffrage articulé susceptible de permettre la construction d'un revêtement interne de béton comme indiqué ci-dessus.

Le document FR-A-2470243 montre quant à lui la mise en place d'une feuille d'étanchéité directement sur l'excavation par mise en pression de l'intérieur du tunnel avant la constitution de la voûte proprement dite.

Enfin il a été décrit dans le document US-A-4129991 un procédé de réalisation d'un tunnel à revêtement en béton qui consiste à creuser dans le sous-sol une excavation de section supérieure à celle du tunnel fini, puis à disposer une structure à une certaine distance de la paroi de l'excavation et enfin à appliquer une couche de béton contre la face interne de la structure qui est reliée à ladite paroi de l'excavation au moyen d'éléments supports encaissant élastiquement la pression exercée par ladite paroi.

Aucun de ces documents ne permet d'envisager le procédé suivant l'invention qui consiste :

- à placer une feuille d'étanchéité le long de la périphérie de l'excavation en ménageant un espace libre entre ladite feuille et la paroi de cette excavation ;
- à insérer des panneaux entre l'ossature et la feuille d'étanchéité ;
- à faire reposer la feuille d'étanchéité et les panneaux sur une ossature constituée de cintres reliés par des poutrelles en treillis ;
- et à projeter une couche de béton contre lesdits panneaux suivant une épaisseur telle que toute l'ossature est noyée.

La feuille d'étanchéité est provisoirement maintenue au moyen d'un échafaudage, qui est ensuite remplacé par l'ossature précitée, les panneaux disposés entre cette dernière et la feuille d'étanchéité comportant des entretoises tournées vers la feuille pour constituer un second vide améliorant l'isolation thermique du revêtement.

Le dessin annexé, donné à titre d'exemple, permettra de mieux comprendre l'invention, les caractéristiques qu'elle présente et les avantages qu'elle est susceptible de procurer :

Fig. 1 est une vue partielle en perspective d'un tunnel dont l'étanchéité et le revêtement ont été réalisés conformément à l'invention.

Fig. 2 représente une section de tunnel lors de la mise en place de la feuille d'étanchement soutenue provisoirement par un échafaudage.

Fig. 3 est une vue en perspective partielle de l'ossature légère permettant la mise en oeuvre de l'invention.

Fig. 4 est une vue en perspective d'un panneau constituant l'enveloppe périphérique servant à arrêter et à accrocher le béton lors de sa projection.

Fig. 5 est une coupe du revêtement d'un tunnel renforcé par une injection de béton.

Fig. 6 est une coupe transversale d'un tunnel dont l'étanchement et le revêtement ont été réalisés conformément à l'invention.

Suivant l'invention, après creusement et soutènement d'une excavation 1 constituant un tunnel, on procède à l'exécution de deux soubassements longitudinaux 2. A cet effet, après pose d'une feuille d'étanchéité inférieure 3 sur la hauteur du soubassement et mise en place d'un drain inférieur 4 destiné à collecter les eaux, l'on procède au coffrage et au coulage du béton constituant lesdits soubassements. Leurs parties supérieures dites "replats" 5 sont dressées et mises à niveau suivant le profil en long de l'excavation 1 à une hauteur désirée. On vient ensuite disposer l'étanchéité de voûte, constituée d'une feuille de mousse à cellules fermées 6 qui est thermosoudée aux deux feuilles d'étanchéité 3 situées derrière les soubassements 2. Comme illustré en Fig. 2, la feuille 6 est soutenue provisoirement par un échafaudage 7.

On insère entre celle-ci et la feuille 6 des panneaux 11 illustrés plus particulièrement en fig. 4 et constituant l'enveloppe périphérique destinée à arrêter et à accrocher le béton lors de sa projection. Autrement dit, l'ensemble des panneaux 11 délimite l'extrados de la coque qu'on désire réaliser. Les panneaux 11 comportent des entretoises longitudinales 110 destinées à protéger la feuille d'étanchéité 6 lors de la mise en place des panneaux et à la repousser de manière à ménager un vide 12 entre les panneaux et ladite feuille d'étanchéité.

Conformément à l'invention, la feuille 6 repose

définitivement sur une ossature légère 8 (fig. 3) qui est constituée par des cintres formés d'éléments 9 assemblés entre eux au moyen de leurs platines extrêmes 90. Entre les cintres sont placées des poutrelles longitudinales en treillis 10 dont les extrémités sont assujetties à chacun des éléments 9 correspondants. On constitue ainsi une ossature voûtée que l'on fait reposer par ses deux extrémités sur les replats 5 des soubassements 2. On ne décrira pas en détail la mise en place de ces cintres et l'extraction de l'échafaudage 7 qui sont du domaine des connaissances du technicien en la matière.

La dernière opération consiste à projeter du béton contre les panneaux 11 qui arrêtent cette projection et permettent l'accrochage du béton lors de sa projection. L'épaisseur de la coque 13 du béton projeté est préférablement égale à celle des éléments 9 et des poutrelles 10 de manière que toute l'ossature 8 soit noyée dans la coque considérée.

La projection du béton s'opère en plusieurs passes. On projette d'abord sur l'intrados des panneaux 11 une couche d'accrochage constituée de béton ordinaire, cette couche est épaissie au maximum dans l'emprise des éléments cintrés 9 et des poutrelles 10. La passe suivante est effectuée en un béton armé de fils métalliques et elle est arrêtée à 2 ou 3 cm de l'intrados de la coque 13. La dernière passe est effectuée avec un béton ordinaire et constitue la couche de finition. Elle est égalisée avec une règle prenant appui sur des cales 14 (fig. 1) fixées sur l'intrados des éléments 9 cintrés, et qui permettent un bon enrobage de la structure 8 par le béton. La surface de cette couche est ensuite talochée.

Lorsqu'on veut obtenir une résistance plus grande du revêtement, on injecte du béton dans le vide 12 disposé entre la feuille 6 et les panneaux 11 pour constituer une couche 15 de béton qui repousse la feuille plus près de l'excavation 1 (fig. 5).

Il va de soi que la construction du dispositif d'étanchement et de revêtement du tunnel s'effectue pas à pas. Une fois qu'une tranche est effectuée comme illustré en fig. 1, pour poser une nouvelle tranche on place la feuille 6 correspondante puis l'on dispose un premier jeu de panneaux 11 à partir du replat 5 d'un des soubassements, on ligature ces panneaux à ceux associés à la première tranche mais qui dépassent légèrement au-delà de celle-ci. Puis on met en place l'ossature 8.

On a ainsi réalisé, grâce au procédé suivant l'invention, un étanchement et un revêtement intérieur de tunnel qui présente une étanchéité parfaite et une très grande isolation thermique pour un coût de réalisation très bas du fait de la présence de deux espaces libres périphériques 12 et 16, ce dernier se trouvant entre la feuille 6 et l'excavation 1.

Revendications

1. Procédé d'étanchement et de revêtement d'un tunnel, du genre suivant lequel on creuse une excavation de section supérieure à celle du tunnel fini, puis on dispose une structure à distance de la paroi de l'excavation et enfin on applique une couche de béton contre la face interne de la structure qui est reliée à ladite paroi de l'excavation au moyen d'éléments supports qui encaissent la pression exercée par ladite paroi, caractérisé en ce qu'il consiste :

- à placer une feuille d'étanchéité (6) le long de la périphérie de l'excavation (1) en ménageant un espace libre (16) entre ladite feuille (6) et la paroi de l'excavation (1) ;
- à placer des panneaux (11) sous l'intrados de la feuille d'étanchéité (6) ;
- à faire reposer la feuille d'étanchéité (6) et les panneaux (11) sur une ossature (8) constituée de cintres (9) reliés par des poutrelles longitudinales en treillis (10) ;
- et à projeter du béton contre lesdits panneaux (11) suivant une épaisseur telle que toute l'ossature est noyée dans une coque (13).

2. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que la feuille d'étanchéité (6) est provisoirement maintenue au moyen d'un échafaudage (7) qui est ensuite remplacé définitivement par l'ossature (8).

3. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que les panneaux (11) comportent des entretoises (110) tournées vers la feuille d'étanchéité (6) pour constituer un vide (12) entre celle-ci et les panneaux.

4. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste à réaliser deux soubassements (2) longitudinaux servant à soutenir les ossatures (8) et derrière lesquels est placée une feuille d'étanchéité (3) soudée à celle (6) ainsi qu'un collecteur (4).

5. Procédé suivant l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il consiste à réaliser l'étanchement et le revêtement par longueurs successives.

6. Procédé suivant la revendication 1, caractérisé en ce que la coque (13) est réalisée d'abord par projection d'une couche de béton ordinaire, puis d'une épaisseur importante de béton chargé de fibres métalliques et enfin d'un revêtement de béton ordinaire.

7. Dispositif d'étanchement et de revêtement de tunnel, caractérisé en ce qu'il est réalisé par mise en oeuvre du procédé suivant l'une quelconque des revendications 1 à 5.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Abdichten und Auskleiden eines Tunnels, bei dem ein Raum des oberen Teils des fertigen Tunnels ausgebaggert wird, dann eine

Konstruktion im Abstand zur Wand der Aushöhlung angeordnet wird und eine Betonschicht auf die Innenflächen der Konstruktion, die mit der Wand der Aushöhlung mittels Tragelemente verbunden ist, die den Druck aufnehmen, der auf die Wand ausgeübt wird, aufgebracht wird, gekennzeichnet durch folgende Merkmale :

- Anordnung einer Dichtungsfolie (6) längs der Peripherie der Aushöhlung (1), wobei ein freier Zwischenraum (16) zwischen der Folie (6) und der Aushöhlungswand (1) verbleibt,
- Anordnung von Füllwänden (11) unter der Bogenfläche der Dichtungsfolie (6),
- Anbringen der Dichtungsfolie (6) und der Füllwände (11) auf ein Gerippe (8), das aus Bögen (9) besteht, die durch langgestreckte, gitterartige Formeisenträger (10) gebildet sind, und
- Aufbringen von Beton auf die Füllwände (11) in einer Dicke, daß das Gerippe (8) in einer Schale (13) eingebettet ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Dichtungsfolie (6) provisorisch durch ein Arbeitsgerüst (7) gehalten wird, das endgültig durch das Gitter (8) ersetzt wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Füllwände (11) Querstreben (110) aufweisen, die gegen die Dichtungsfolie (6) gerichtet sind, um eine Lücke (12) zwischen der Dichtungsfolie (6) und der Füllwand (11) zu erhalten.

4. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß zwei Längssockel (2) vorgesehen sind, die dazu dienen, die Gerippe (8) abzufangen und hinter die eine Dichtungsfolie (3) angeordnet ist, die an die Dichtungsfolie (6) und an einen Sammler (4) angeschweißt ist.

5. Verfahren nach einem der vorgenannten Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Abdichtung und Auskleidung in Längsrichtung fortlaufend erfolgt.

6. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Schale (13) zuerst durch Anbringen einer gewöhnlichen Betonschicht hergestellt wird, dann eine Betonschicht von merklicher Dicke, angereichert mit metallischen Fasern aufgebracht wird und endlich eine Verkleidung aus gewöhnlichem Beton gefertigt wird.

7. Vorrichtung zum Abdichten und Auskleiden von Tunneln, dadurch gekennzeichnet, daß sie zur Durchführung des Verfahrens nach den Ansprüchen 1 bis 5 geeignet ist.

Claims

1. A method of sealing and lining a tunnel of the type in which a cavity is hollowed out above an upper section of the finished tunnel, then a structure is arranged spaced from the wall of the cavity and a con-

crete layer is applied against the internal surface of the structure, which is joined to said cavity wall by means of support elements which receive the pressure exerted by said wall, characterised in that it consists of :

arranging a sealing sheet (6) around the periphery of the cavity (1) so as to maintain a free space (16) between said sheet (6) and the wall of the cavity (1) ;

arranging panels (11) below the internal face of sealing sheet (6) ;

disposing the sealing sheet (6) and panels (11) on a framework (8) consisting of curved portions (9) joined by longitudinally extending beams in a lattice (10) ;

and projecting concrete against said panels (11) such that the whole framework is embedded in a casing (13).

2. A method according to claim 1, characterised in that the sealing sheet (6) is provisionally maintained by means of scaffolding (7) which is finally replaced by the framework (8).

3. A method according to claim 1, characterised in that the panels (11) allow cross-bars (110) to extend towards the sealing sheet (6) in order to define a space (12) between the latter and the panels.

4. A method according to claim 1, characterised in that it consists of erecting two longitudinal foundations (2) to the frameworks (8) and behind which is disposed a sealing sheet (3) which is sealed to sheet (6) and also to a collector (4).

5. A method according to any preceding claim, characterised in that it consists of sealing and lining of the tunnel in successive lengths.

6. A method according to claim 1, characterised in that the casing (13) is formed by introducing a layer of ordinary concrete, then a significant thickness of concrete charged with metal fibres, and finally a further covering of ordinary concrete.

7. Apparatus for sealing and lining a tunnel, characterised in that it is put into operation by a method according to any of claims 1 to 5.

5

10

15

20

25

30

35

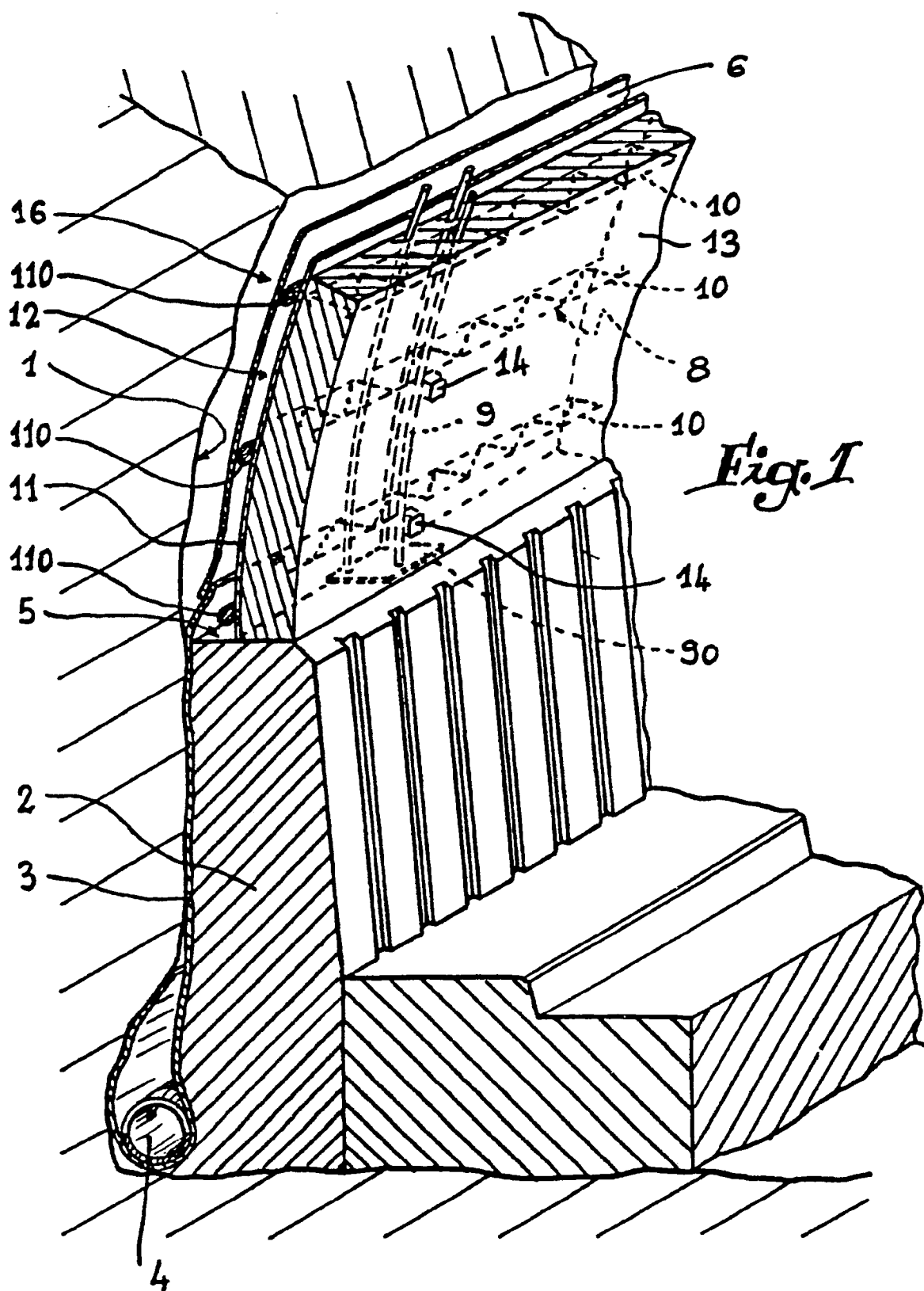
40

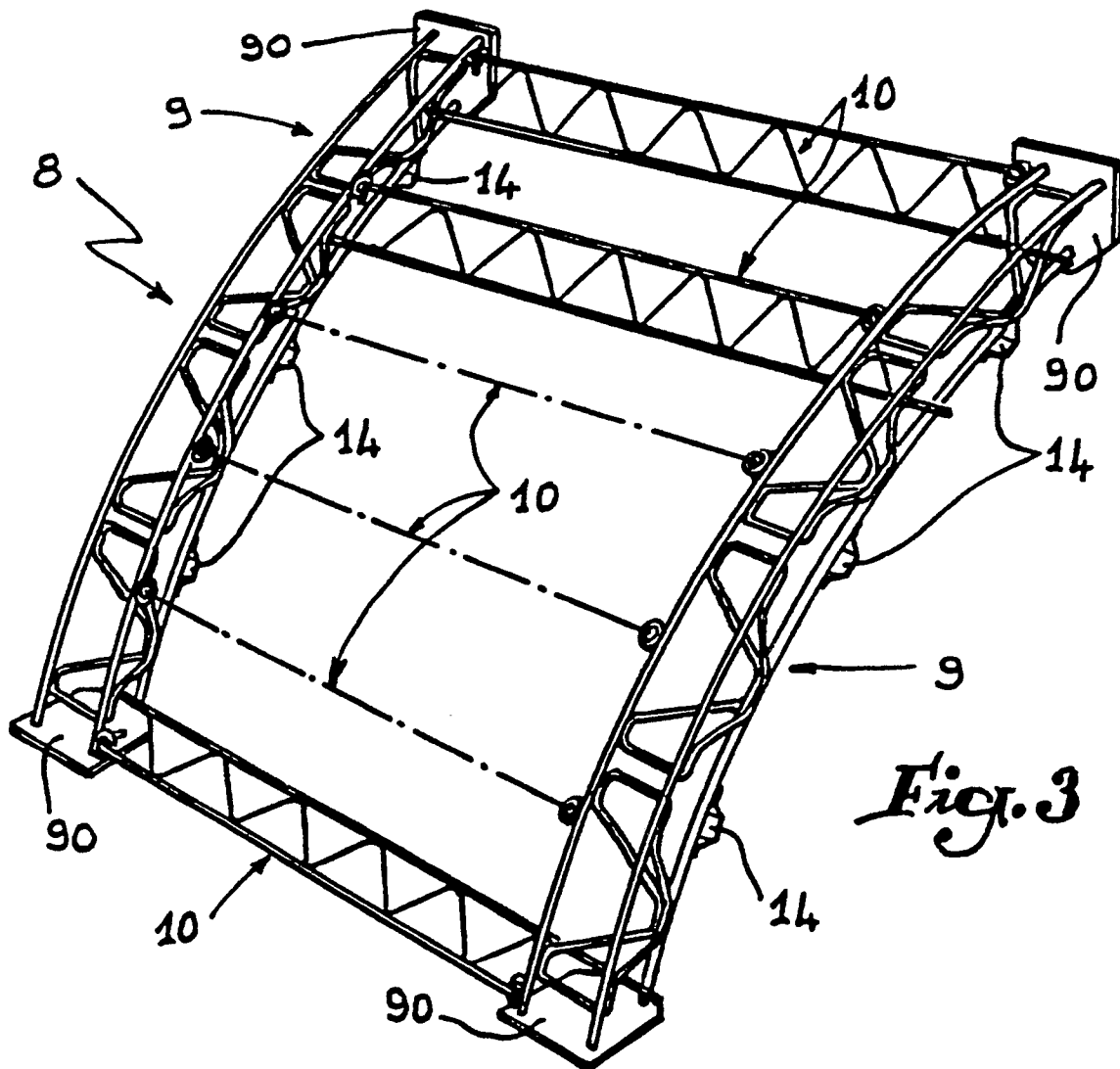
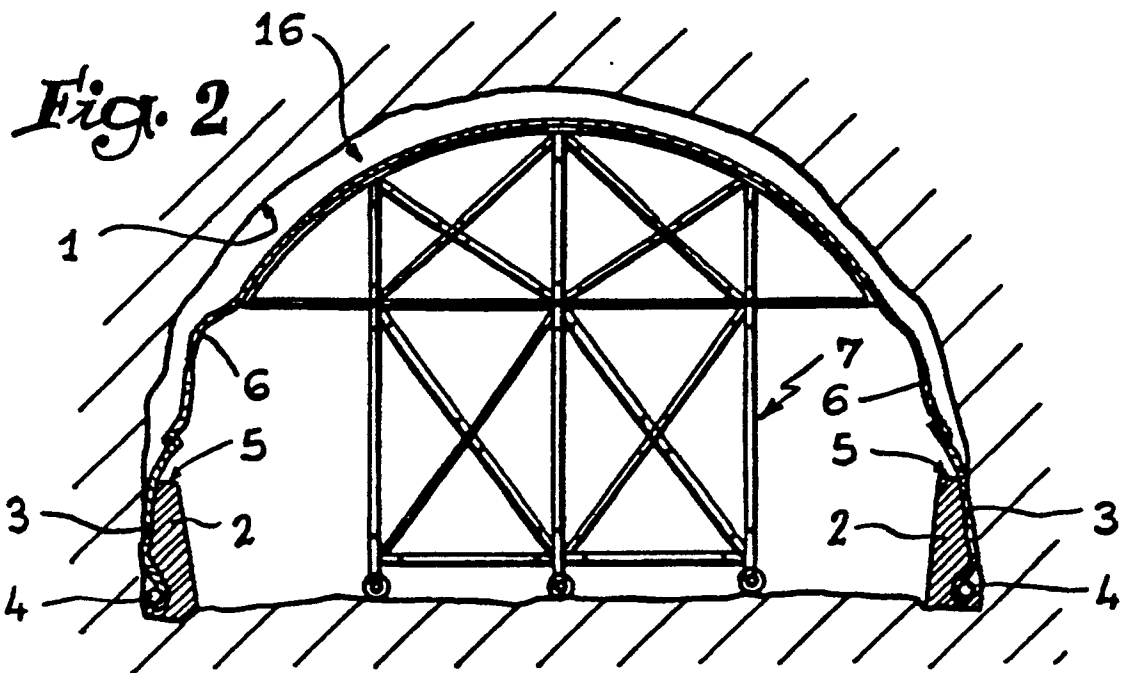
45

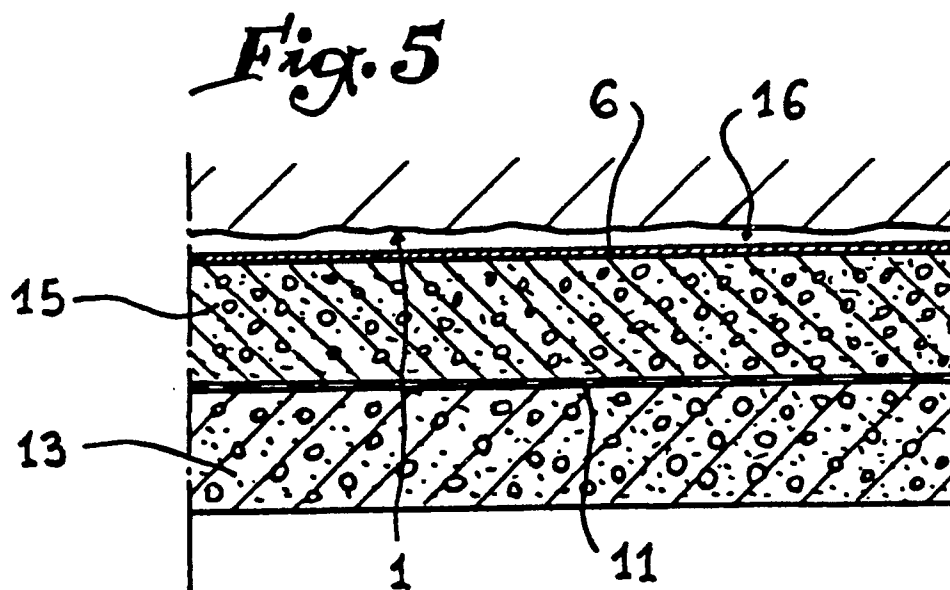
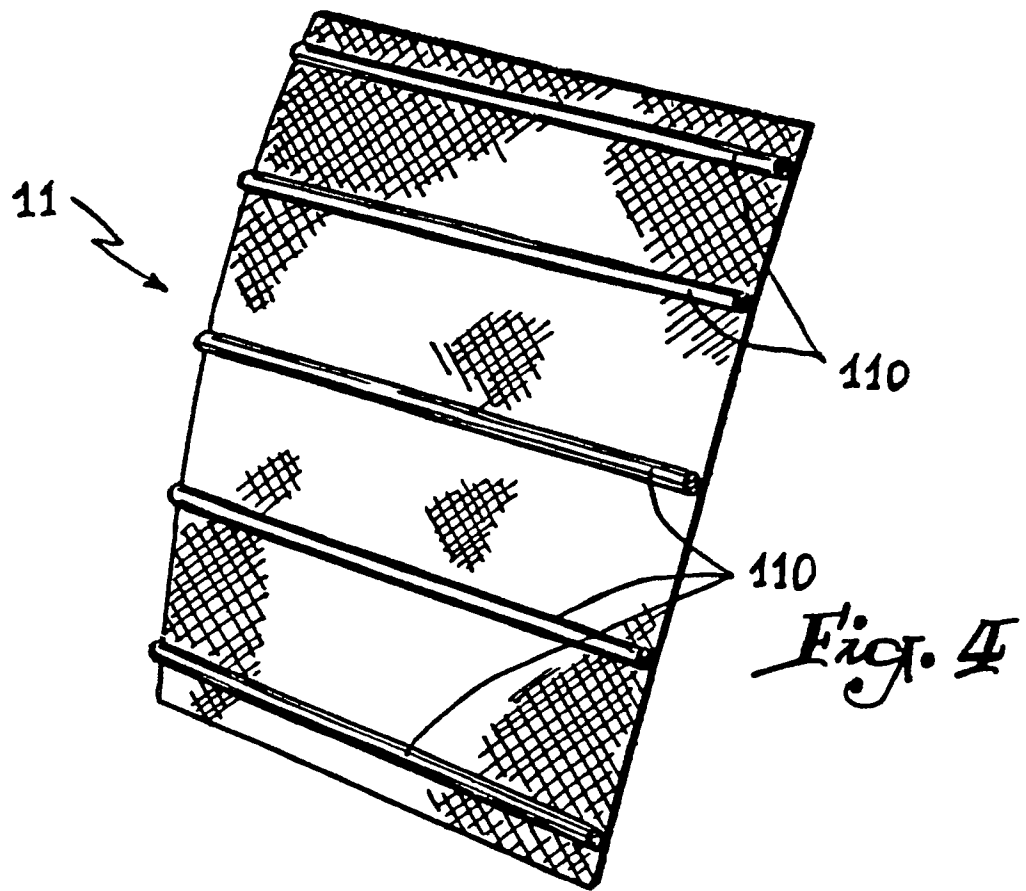
50

55

5







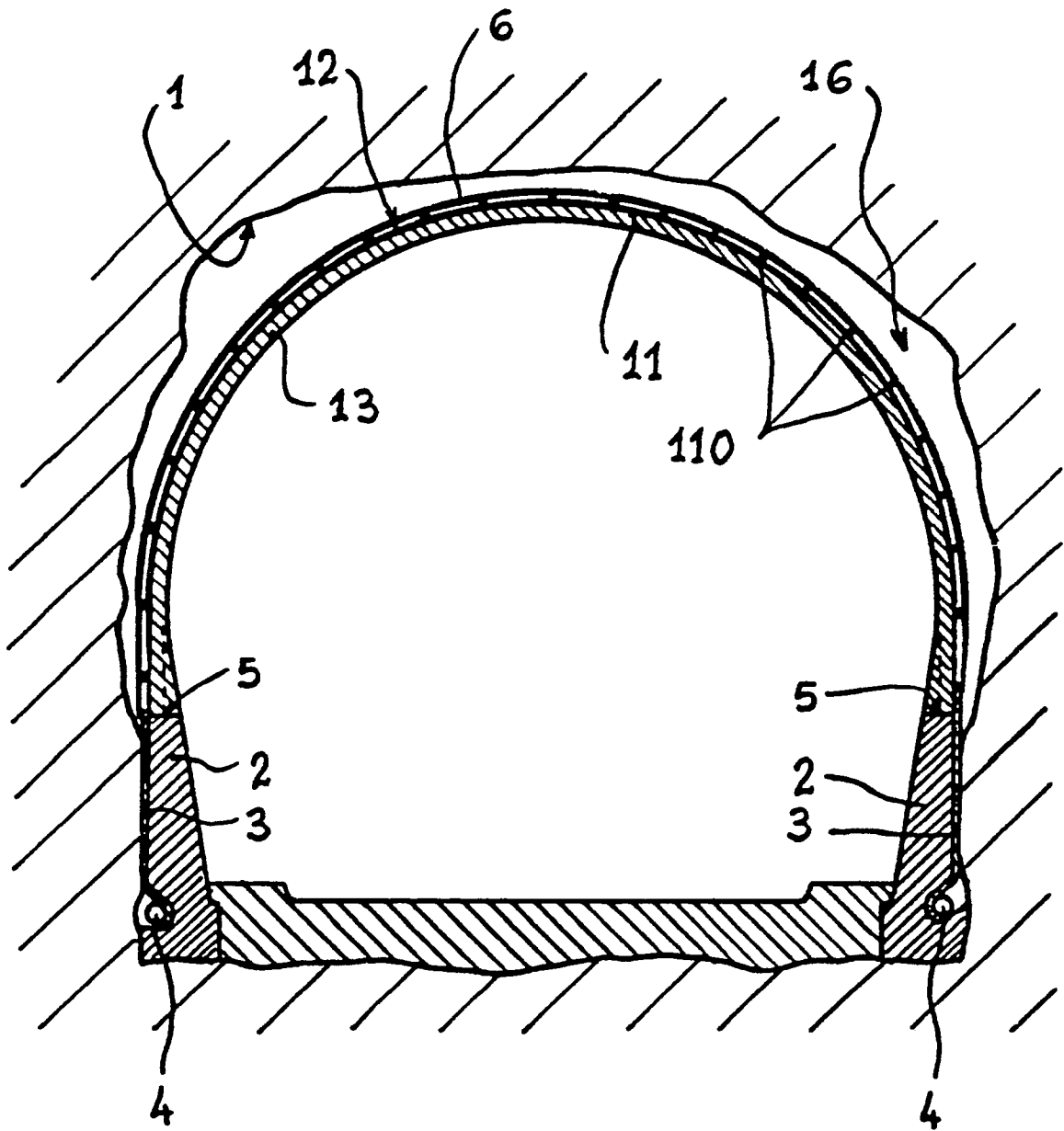


Fig. 6