

⑫ DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

⑭ Date de dépôt : 29.11.91.

⑮ Priorité :

⑯ Date de la mise à disposition du public de la demande : 04.06.93 Bulletin 93/22.

⑰ Liste des documents cités dans le rapport de recherche : *Se reporter à la fin du présent fascicule.*

⑱ Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑴ Demandeur(s) : société dite : SOGEA (Société Anonyme) — FR.

⑵ Inventeur(s) : Faure Jean-Claude.

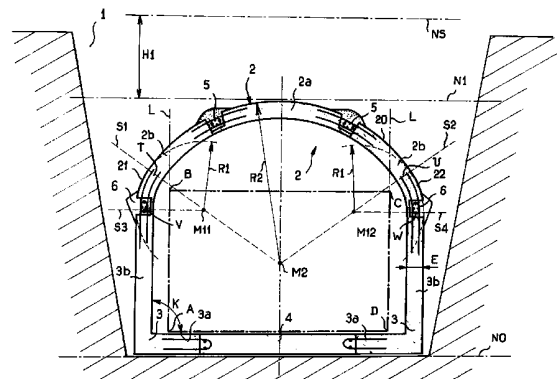
⑶ Titulaire(s) :

⑷ Mandataire : Cabinet André Bouju.

⑸ Procédé pour réaliser un ouvrage d'art tubulaire et ouvrage s'y rapportant.

⑹ L'ouvrage d'art tubulaire, notamment sous remblai, comprend un assemblage d'éléments préfabriqués en béton armé dont la partie supérieure est constituée par une voûte (2) et dont la partie inférieure est constituée par un radier (4).

Pour déterminer la forme de l'ouvrage tubulaire qui s'étend entre un niveau inférieur (NO) et un niveau supérieur (NS) prédéterminés et qui entoure un gabarit (ABCD) prédéterminé, on effectue un calcul de pression en fonction du niveau tenant compte du poids du remblai et des surcharges pouvant s'exercer sur l'ouvrage, on sélectionne un niveau de voûte (N1) correspondant sensiblement à une valeur optimale pour laquelle la pression calculée est minimale, on donne à au moins une partie du profil transversal de l'extrados de la voûte (2) une forme d'arc de cercle (20) tangent au niveau de voûte (N1) et s'étendant au-delà des lignes verticales (L) passant par les extrémités latérales du gabarit (ABCD), et on complète le profil transversal de l'ouvrage au moyen de parois latérales s'étendant entre ledit arc de cercle (20) et le radier (4).



La présente invention concerne un procédé pour réaliser un ouvrage d'art tubulaire, tel qu'un tunnel, notamment dans le cadre d'une structure sous remblai.

L'invention vise également l'ouvrage constitué  
5 par un assemblage d'éléments préfabriqués en béton et se rapportant à ce procédé.

L'ouvrage que permet d'obtenir ce procédé est du type comprenant une paroi tubulaire en béton armé dont la partie supérieure est constituée par une voûte et dont  
10 la partie inférieure comporte un radier. Dans ces ouvrages, la paroi tubulaire est généralement réalisée en éléments préfabriqués en béton, le radier pouvant lui-même être préfabriqué ou coulé en place.

Pour entourer un gabarit prédéterminé, les  
15 entrepreneurs utilisent souvent des éléments préfabriqués en béton réalisés à partir de moules dont ils disposent en stock. Ils minimisent ainsi l'investissement en matériel nécessaire à la réalisation de l'ouvrage. Mais cette méthode empirique ne garantit pas la bonne tenue  
20 mécanique de l'ouvrage réalisé, car le profil de l'ouvrage est plus déterminé par la forme des moules existants que par une adaptation de ce profil aux contraintes prévues pour l'ouvrage.

D'autres procédés (voir EP-A-81402) proposent  
25 de déterminer la forme et l'épaisseur (généralement variable) des éléments à partir de calculs complets des contraintes auxquelles l'ouvrage devra résister. En pratique, la grande diversité des cas de charges à considérer dans les calculs et la disparité des résultats  
30 ainsi obtenus rendent ces procédés inapplicables de manière rigoureuse. En outre, en appliquant un tel procédé, un entrepreneur serait amené à réaliser des moules spécifiques pour chaque ouvrage, ce qui anéantirait sa compétitivité en matière de coût sur des  
35 marchés habituellement soumis à des appels d'offres.

La présente invention a pour but de remédier aux inconvénients ci-dessus en proposant un procédé conciliant les impératifs de coût et de pérennité de l'ouvrage.

5 L'invention concerne ainsi un procédé pour réaliser un ouvrage d'art tubulaire, notamment sous remblai, comprenant un assemblage d'éléments préfabriqués en béton armé dont la partie supérieure est constituée par au moins une voûte et dont la partie inférieure est  
10 constituée par un radier, caractérisé en ce que, pour déterminer la forme de l'ouvrage tubulaire qui s'étend entre un niveau inférieur et un niveau supérieur prédéterminés et qui entoure un gabarit prédéterminé, on effectue un calcul de pression en fonction du niveau  
15 tenant compte du poids du remblai et des surcharges pouvant s'exercer sur l'ouvrage, on sélectionne un niveau de voûte correspondant sensiblement à une valeur optimale pour laquelle la pression calculée est minimale, on donne à au moins une partie du profil transversal de l'extrados  
20 de la voûte une forme d'arc de cercle tangent au niveau de voûte et s'étendant au-delà des lignes verticales passant par les extrémités latérales du gabarit, et on complète le profil transversal de l'ouvrage au moyen de parois latérales s'étendant entre ledit arc de cercle et  
25 le radier.

On peut ainsi déterminer la forme et la position de la voûte à partir d'un calcul d'optimisation de la pression en fonction du niveau, qui est d'une mise en oeuvre moins compliquée qu'un calcul complet ab initio  
30 des contraintes s'exerçant sur l'ouvrage, un tel calcul complet nécessitant des hypothèses initiales arbitraires sur la structure de l'ouvrage. Si l'entrepreneur dispose de moules répondant aux conditions retenues après le calcul d'optimisation, il peut les utiliser pour  
35 fabriquer la voûte dont le sommet sera situé sensiblement

au niveau de voûte déterminé. L'épaisseur, le plus souvent constante, des éléments constituant la voûte est déterminée de manière classique par les méthodes de calcul connues et les réglementations en vigueur. Après la détermination de la forme de la voûte et du reste de l'ouvrage, on peut bien entendu vérifier la bonne tenue mécanique de l'ouvrage par un calcul classique de mécanique des sols et de résistance des matériaux et éventuellement modifier certains paramètres si cela s'avère nécessaire.

D'autres particularités et avantages de la présente invention apparaîtront dans la description ci-dessous d'exemples de réalisation non limitatifs, lue conjointement aux dessins annexés, dans lesquels:

- la figure 1 est une vue en coupe transversale d'un ouvrage réalisé selon l'invention avant remblayage de la tranchée ;

- les figures 2 et 3 sont des schémas en coupe transversale d'ouvrages pouvant être obtenus par le procédé selon l'invention;

- la figure 4 est un graphique illustrant une étape du procédé selon l'invention;

- les figures 5 et 6 sont des schémas perspectifs montrant respectivement le moulage en préfabrication d'un piédroit et d'un élément de voûte;

- la figure 7 est un schéma analogue aux figures 2 ou 3 montrant des variantes du profil de l'ouvrage; et

- la figure 8 montre un mode de jonction d'un piédroit et du radier pour l'ouvrage de la figure 7.

Le procédé selon l'invention s'applique notamment à la construction d'ouvrages tubulaires tels que des tunnels sous remblai. L'ouvrage peut par exemple être destiné au croisement de deux voies routières à des niveaux différents, ou encore permettre le passage de

piétons ou de bestiaux sous une voie routière, ou aussi assurer la circulation d'un liquide.

Dans l'exemple représenté à la figure 1, l'ouvrage est posé dans une tranchée 1 creusée dans le sol et il est destiné à être recouvert d'un remblai dépassant ou non le niveau du sol. L'ouvrage peut aussi être posé directement sur le sol préalablement préparé, puis recouvert d'un remblai dont la partie supérieure est rendue plane pour réaliser la voie supérieure.

On décrira tout d'abord les éléments constitutifs de l'ouvrage dont le procédé selon l'invention permet la construction.

L'ouvrage représenté à la figure 1 comprend une paroi tubulaire 2, 3, 4 en béton armé formant une structure monolithique, dont la partie supérieure est constitué par une voûte 2 qui, en section transversale comprend dans l'exemple décrit trois éléments préfabriqués 2b, 2a, 2b liés entre eux par deux joints longitudinaux monolithiques 5. Par joints monolithiques, aussi appelés joints clavés, on désigne des joints formés in situ par bétonnage autour d'armatures laissées en attente sur les rives de deux éléments préfabriqués en regard.

La partie inférieure de l'ouvrage est constituée par un radier 4 soit préfabriqué, soit coulé sur place, et prolongé latéralement par les semelles de piédroits préfabriqués 3. Le profil des piédroits 3, tel qu'illustré sur la figure 1 est en L. Ce profil peut être également en T renversé comme on le verra plus loin.

La base des éléments de voûte 2b est rendue solidaire du sommet des piédroits 3 par des joints longitudinaux monolithiques 6. Les joints monolithiques 5, 6 peuvent être avantageusement du type décrit dans la demande de brevet français n° 91 12236 de la demanderesse, comme illustré sur la figure 1.

L'épaisseur E de la paroi tubulaire, les propriétés du béton, et le dimensionnement des armatures des éléments sont déterminés en appliquant les méthodes classiques de la résistance des matériaux, sous réserve  
5 que le poids des éléments tubulaires et leurs dimensions restent respectivement compatibles avec les moyens de manutention et le gabarit routier acceptable pour le transport sur le site.

Habituellement, la paroi tubulaire doit remplir  
10 les conditions de s'étendre entre un niveau inférieur NO et un niveau supérieur NS prédéterminés, et d'entourer un gabarit ABCD prédéterminé. Les niveaux NO et NS et le gabarit ABCD sont généralement imposés par le cahier des charges de l'ouvrage.

15 Conformément à la présente invention, pour déterminer la forme de la paroi tubulaire 2, 3, 4, on sélectionne d'abord un niveau de voûte N1, destiné à devenir le niveau supérieur de l'extrados de la voûte 2. Dans une première étape, on effectue un calcul de  
20 pression en fonction du niveau. Ce calcul tient compte de l'action combinée des charges d'exploitation qui comprennent:

- des actions permanentes traduisant le poids propre, la poussée des remblais et les charges verticales  
25 des remblais majorées par le coefficient de Marston (donné par des abaques connues, voir par exemple l'article "Iowa Engineering Experiment Station - The theory of External Loads on Closed Conduits in the Light of Latest Experiments", A. Marston, Iowa State College,  
30 19 Février 1930, pages 1 à 17) ;

- des surcharges mobiles (telles que véhicules Z, voir figure 2) auxquelles devra résister l'ouvrage. Dans le cas où l'ouvrage est destiné à s'étendre sous une voie routière, les valeurs nominales de ces surcharges  
35 mobiles sont données par des réglementations.

Dans le calcul, ces charges et surcharges sont affectées de coefficients de pondération prévus par les règlements en fonction de leur nature (permanente, aléatoire...), du mode de calcul et du type de la voie supérieure. On considère une facette horizontale G  
5 supposée indéformable placée à un niveau donné, repéré par sa profondeur H par rapport au niveau supérieur prédéterminé NS, la facette subissant les charges d'exploitation ci-dessus (voir figure 2).

10 Le graphique de la figure 4 donne un exemple typique de résultats du calcul, la pression calculée P en tonnes par mètre carré s'exerçant sur la facette G étant portée en abscisse et la hauteur H en mètres étant portée en ordonnée. La courbe 10 en trait continu représente la  
15 pression due à l'action permanente des remblais. Cette pression est croissante en fonction de la profondeur H. Les courbes 11 en tirets et 12 en trait mixte représentent la pression résultant des surcharges mobiles dans deux cas de charge différents. Cette pression est  
20 généralement décroissante en fonction de la profondeur H. Les courbes 13 et 14 représentent la pression totale obtenue dans les deux cas de charge donnant lieu respectivement aux courbes 11 et 12. Dans chaque cas de charge, la pression totale passe par un minimum. On  
25 retient pour fixer le niveau de voûte N1 une profondeur H1 correspondant sensiblement au minimum de la pression calculée. Si les minima calculés pour différents cas de charge présentent une certaine dispersion, on pourra  
30 retenir la profondeur H1 correspondant à la plus grande valeur de pression parmi les différents minima (cas de charge le plus défavorable).

Après avoir ainsi sélectionné la profondeur H1 donnant le niveau de voûte N1, on détermine la forme de la paroi tubulaire de l'ouvrage. On donne à une partie du  
35 profil transversal de l'extrados de la voûte 2 une forme

d'arc de cercle 20 tangent au niveau de voûte N1 et s'étendant au-delà des lignes verticales L passant par les extrémités latérales du gabarit ABCD. Cet arc de cercle 20, de centre M2 et de rayon R2, correspondant à la partie centrale de la voûte 2, est représenté aux figures 1 et 2. Il est constitué par l'arc TU qui s'étend entre deux rayons S1, S2.

Les extrémités T et U de l'arc 20, comme indiqué plus haut, sont situées au-delà des verticales AB et CD du gabarit respectivement. Cette disposition correspond au cas général. Des cas limites seront examinés plus loin.

Une certaine latitude est laissée au concepteur de l'ouvrage en ce qui concerne la valeur du rayon de courbure R2 de l'élément de voûte 20 et les positions latérales des points T et U. En particulier, on tiendra compte: du poids de l'élément 20, de son gabarit pour le transport et des moules existants pour les éléments de voûte préfabriqués, déjà en possession de l'entrepreneur et dont le rayon est voisin de celui du cercle de rayon R2 passant au-dessus de B et de C et s'étendant au-delà de ces points, étant noté qu'il y a avantage à choisir un rayon R2, aussi faible que possible si l'on veut réduire le plus possible les efforts auxquels sera soumise la voûte.

Si l'on veut limiter le prix de revient de l'ouvrage, on prendra essentiellement en considération les coûts des postes "moules", "armatures", et "béton".

Le coût des moules étant particulièrement important, l'invention prévoit précisément de déterminer le rayon R2 en fonction de la reprise d'un moule pré-existant.

Le profil transversal de la paroi tubulaire est complété en déterminant celui des parois latérales situées entre l'arc de cercle 20 et le radier 4. Dans

l'exemple illustré aux figures 1 et 2, ces parties latérales comprennent les éléments de piédroit 3 et une partie inférieure de la voûte 2 ayant également une forme d'arc de cercle 21, 22 s'étendant au-delà des points T et U précédemment définis et qui assurent le raccordement avec les extrémités des piédroits.

Plus précisément, le profil de l'extrados de la voûte 2 comprend le premier arc de cercle 20 (TU) et, de chaque côté du gabarit ABCD, un second arc de cercle 21, 22 (arcs VT et WU respectivement) qui se raccordent tangentielllement au premier arc de cercle 20 et à la rive supérieure de l'élément de piédroit 3 correspondant. Les centres M11, M12 des seconds arcs de cercle 21, 22 sont ainsi situés sur les rayons S1, S2 délimitant le premier arc de cercle 20.

La valeur du rayon R1 est de préférence au moins égale à quatre fois l'épaisseur E de la paroi tubulaire au voisinage de ce second arc de cercle 21, 22. Les seconds arcs de cercle 21, 22 de la voûte 2 s'étendent entre les rayons S1, S2 et d'autres rayons S3, S4 passant par les centres M11, M12 et perpendiculaires au sommet de l'élément de piédroit 3.

De préférence, la valeur du rayon R1 est également déterminée en fonction des éléments de moules disponibles au sein de l'entreprise de manière à limiter l'investissement préalable à la réalisation de l'ouvrage. On choisira ainsi un élément de moule circulaire existant pouvant être aisément raccordé à l'élément de moule servant à réaliser les parties de voûte 20. Sous réserve que son rayon extérieur soit au moins égal à 4 fois l'épaisseur E de la paroi, qu'il n'implique pas un trop grand déport des points V et W par rapport aux lignes L, et enfin qu'il n'impose pas une courbure trop forte des armatures en acier.

Les éléments de piédroit 3 comprennent chacun

une semelle 3a qui prolonge latéralement le radier 4 et un montant 3b qui, dans l'exemple représenté à la figure 1 est plan et vertical. La semelle 3a permet à l'élément de piédroit 3 d'être autostable lors de la pose de  
5 l'ouvrage. Les éléments de piédroit 3 seront généralement réalisables à partir de moules dont dispose l'entrepreneur.

L'angle K des montants 3a, 3b du piédroit, qui est droit sur la figure 1, peut dans la pratique dépasser  
10 90°, compte tenu des positions respectives du point V (ou W) et du sommet du dièdre formé par les faces du piédroit au fond de la tranchée 1. Des exemples correspondants seront donnés plus loin en référence aux figures 7 et 8.

Si l'élément de voûte supérieur 20  
15 correspondant à l'arc TU est trop large pour le transport ou trop lourd pour les engins de levage sur le chantier, l'invention prévoit, comme représenté à la figure 1, de le scinder en plusieurs arcs circulaires 2a, 2b qui sont raccordés entre eux au niveau de joints monolithiques 5.  
20 Ceux-ci comprennent une reprise en boucle des armatures et un bétonnage avec une face supérieure horizontale plane et un raccord arrondi pour faciliter l'écoulement des eaux de ruissellement. La position des joints 5 est indépendante de celle des points T, U délimitant l'arc 20  
25 de rayon R2.

Les éléments 2a, 2b seront en général réalisés à partir de moules dont dispose déjà l'entrepreneur et qui correspondent au plus petit rayon de courbure R2 du premier arc de cercle 20 permettant à cet arc de cercle  
30 20 d'être tangent au niveau de voûte N1 et de dépasser les lignes verticales L. Si aucun moule disponible ne convient, l'entrepreneur peut faire réaliser de nouveaux moules, lesquels pourront être réutilisés pour réaliser d'autres ouvrages ultérieurement.

35 Pour réaliser, comme montré sur la figure 1 des

arcs tels que 2b constitués par deux arcs de cercle  
raccordés de rayons R1 et R2, correspondant  
respectivement à une partie du premier arc de cercle 20  
et au second arc de cercle 21, 22, il est avantageusement  
5 prévu de souder entre eux deux éléments de moule 41, 42  
(figure 5) de rayons correspondants R2 et R1, mis bout à  
bout. Ces éléments de moule sont placés de telle sorte,  
lors de la coulée du béton, que l'espace annulaire soit  
vertical.

10 D'autres formes possibles de la paroi tubulaire  
de l'ouvrage sont représentées aux figures 2 et 3, dans  
lesquelles des références identiques désignent des  
éléments identiques ou analogues.

Dans l'exemple représenté à la figure 2, les  
15 montants 103b des éléments de piédroit 103, qui  
s'étendent entre la semelle 103 et la voûte, sont plans  
et inclinés vers l'extérieur par rapport à la verticale.  
La semelle 103a des éléments de piédroit 103 se prolonge  
extérieurement au-delà des montants 103b pour que  
20 l'élément de piédroit 103 soit autostable. Le radier  
coulé en place 104 est légèrement concave pour permettre  
l'écoulement des eaux de ruissellement. En outre, dans  
l'exemple de la figure 2, la voûte 102 est réalisée en un  
seul élément préfabriqué incluant les trois portions en  
25 arc de cercle 21, 20, 22. Le choix d'une voûte en un seul  
élément ou en plusieurs éléments liés par des joints  
monolithiques dépendra essentiellement, comme indiqué, de  
critères d'encombrement et de poids lors du transport.

Dans l'exemple illustré à la figure 3, la voûte  
30 202 est réalisée en un seul élément préfabriqué  
correspondant à l'arc de cercle 20 tangent au niveau de  
voûte N1 et s'étendant entre les points T et U. Les  
éléments de piédroit 203 ont des montants 203b incurvés.  
Ces montants 203b ont un profil en arc de cercle de  
35 centre M31, M32 et de rayon R3. Pour que la voûte 202 se

raccorde tangentielllement au sommet des éléments de piédroit 203, les centres M31, M32 de ces arcs de cercle sont situés respectivement sur les rayons S1, S2 délimitant l'arc de cercle 20 de la voûte 202.

5                    Dans tous les cas, les piédroits sont moulés comme le montre la figure 6, le montant tel que 3b étant placé verticalement et la semelle 3a étant réservée à la partie supérieure entre les deux coquilles 51, 52 du moule placées en regard. Les piédroits préfabriqués  
10 peuvent aussi incorporer une partie des arcs de raccordement tels que 21, 22 avec la partie supérieure de la voûte.

                  Dans une autre variante, les deux piédroits de l'ouvrage peuvent être dissymétriques. Ainsi, à la figure  
15 7, le rayon R4 du montant 303b du piédroit gauche 303 est plus petit que le rayon R3 du montant 203b du piédroit droit 203. Dans ce cas aussi, les montants circulaires des piédroits précités sont avantageusement obtenus à partir de moules existants et des joints monolithiques  
20 entre la semelle 303a et le montant 303b peuvent être réalisés .

                  Comme montré à la figure 8, les armatures 304a, 304b des deux éléments à raccorder se chevauchent, l'armature 304b reposant sur une cale 53, elle-même posée  
25 sur un béton de propreté 54 du radier.

                  Diverses autres formes de la paroi tubulaire peuvent encore être obtenues en appliquant le procédé selon l'invention.

                  Le procédé est également applicable à la  
30 réalisation d'ouvrages à arches multiples dans lesquelles plusieurs voûtes sont juxtaposées, les éléments de piédroit entre voûtes adjacentes pouvant alors être communs aux deux arches et de préférence orientés verticalement. Dans ce cas, un noeud est formé à la  
35 jonction des deux éléments de voûte.

Le procédé selon l'invention peut être mis en oeuvre de façon relativement simple sans avoir à faire d'hypothèses initiales arbitraires quant à la structure de l'ouvrage. Il permet en général à l'entrepreneur  
5 d'utiliser des éléments préfabriqués facilement disponibles tout en assurant une bonne tenue mécanique de l'ouvrage, celle-ci pouvant être vérifiée par un calcul a posteriori effectué selon les méthodes classiques. Dans certains cas, le niveau optimal déterminé par le calcul  
10 de pression peut s'avérer très proche de la partie supérieure du gabarit, voire être situé en dessous de la partie supérieure du gabarit. Dans de tels cas, où la réalisation de l'ouvrage est de toute façon délicate, on donnera à la voûte une faible courbure de façon que  
15 l'intrados de la paroi tubulaire soit aussi proche que possible de la forme du gabarit. Dans d'autres cas, le niveau inférieur NO sera à une grande profondeur par rapport au niveau de voûte sélectionné N1. Dans de tels cas, on donnera à la voûte une forme pratiquement en  
20 plein cintre, laquelle lui permet de résister au mieux aux sollicitations du remblai et des charges mobiles.

Mais dans la majorité des cas, on pourra utiliser le niveau de voûte sélectionné, pourvu que celui-ci ne soit pas à une profondeur H1 inférieure à une  
25 valeur minimale h (figures 2 et 3) pouvant être fixé par le cahier des charges (par exemple pour tenir compte d'une profondeur minimale des fondations d'une chaussée devant passer au-dessus de l'ouvrage).

REVENDEICATIONS

1. Procédé pour réaliser un ouvrage d'art tubulaire, notamment sous remblai, comprenant un assemblage d'éléments préfabriqués en béton armé dont la partie supérieure est constituée par au moins une voûte (2; 102; 202) et dont la partie inférieure est constituée par un radier (4; 104), caractérisé en ce que, pour déterminer la forme de l'ouvrage tubulaire qui s'étend entre un niveau inférieur (NO) et un niveau supérieur (NS) prédéterminés et qui entoure un gabarit (ABCD) prédéterminé, on effectue un calcul de pression (P) en fonction du niveau tenant compte du poids du remblai et des surcharges pouvant s'exercer sur l'ouvrage, on sélectionne un niveau de voûte (N1) correspondant sensiblement à une valeur optimale pour laquelle la pression calculée est minimale, on donne à au moins une partie du profil transversal de l'extrados de la voûte (2; 102; 202) une forme d'arc de cercle (20) tangent au niveau de voûte (N1) et s'étendant au-delà des lignes verticales (L) passant par les extrémités latérales du gabarit (ABCD), et on complète le profil transversal de l'ouvrage au moyen de parois latérales s'étendant entre ledit arc de cercle (20) et le radier (4; 104).

2. Procédé conforme à la revendication 1, caractérisé en ce que lesdites parois latérales comprennent des éléments de piédroit (3; 103; 203; 303), chaque élément de piédroit comportant une semelle (3a; 103a; 303a) qui prolonge latéralement le radier (4; 104) et un montant (3b; 103b; 203b; 303b) s'étendant entre la semelle (3a; 103a ; 303a) et la voûte (2; 102; 202).

3. Procédé conforme à la revendication 2, caractérisé en ce que la semelle (103a ; 303a) se prolonge extérieurement au-delà du montant (103b ; 303b) de l'élément de piédroit (103 ; 303).

4. Procédé conforme à l'une des revendications

2 ou 3, caractérisé en ce que, entre la voûte (2; 102; 202) et le sommet de chaque élément de piédroit (3; 103; 203 ; 303), on réalise un joint longitudinal monolithique (6).

5                   5. Procédé conforme aux revendications 2 à 4, caractérisé en ce qu'on raccorde tangentiellement la voûte (2; 102; 202) au sommet de chaque élément de piédroit (3; 103; 203 ; 303).

10                   6. Procédé conforme à la revendication 5, caractérisé en ce que pour raccorder tangentiellement la voûte (2; 102) au sommet de chaque élément de piédroit (3; 103), on définit la forme de l'extrados de la voûte en prolongeant le premier arc de cercle (20) tangent au niveau de voûte (N1) par un second arc de cercle (21, 22) 15 tangent au premier arc de cercle (20) et à l'extrémité supérieure de l'extrados de l'élément de piédroit (3; 103).

20                   7. Procédé conforme à la revendication 6, caractérisé en ce que ledit second arc de cercle (21, 22) a un rayon (R1) au moins égal à quatre fois l'épaisseur (E) de la paroi au voisinage de ce second arc de cercle.

25                   8. Procédé conforme aux revendications 1 à 7, caractérisé en ce que, en section transversale, la voûte (102; 202) est constituée par un élément préfabriqué unique.

30                   9. Procédé conforme aux revendications 1 à 7, caractérisé en ce que, en section transversale, la voûte (2) est constituée par plusieurs éléments préfabriqués (2b, 2a, 2b) liés entre eux par des joints longitudinaux monolithiques (5).

                  10. Procédé conforme aux revendications 1 à 9, caractérisé en ce que le radier (4; 104) est coulé sur place.

35                   11. Procédé conforme à l'une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que pour réaliser la voûte

circulaire, on détermine un rayon de courbure (R2) tel que l'arc de cercle tangent au niveau de voûte (N1) s'étende au-dessus du gabarit (ABCD) et au-delà des côtés de celui-ci, et que parmi les rayons répondant à la  
5 condition précitée, on choisit celui qui correspond à un moule ou à un jeu de moules préexistants.

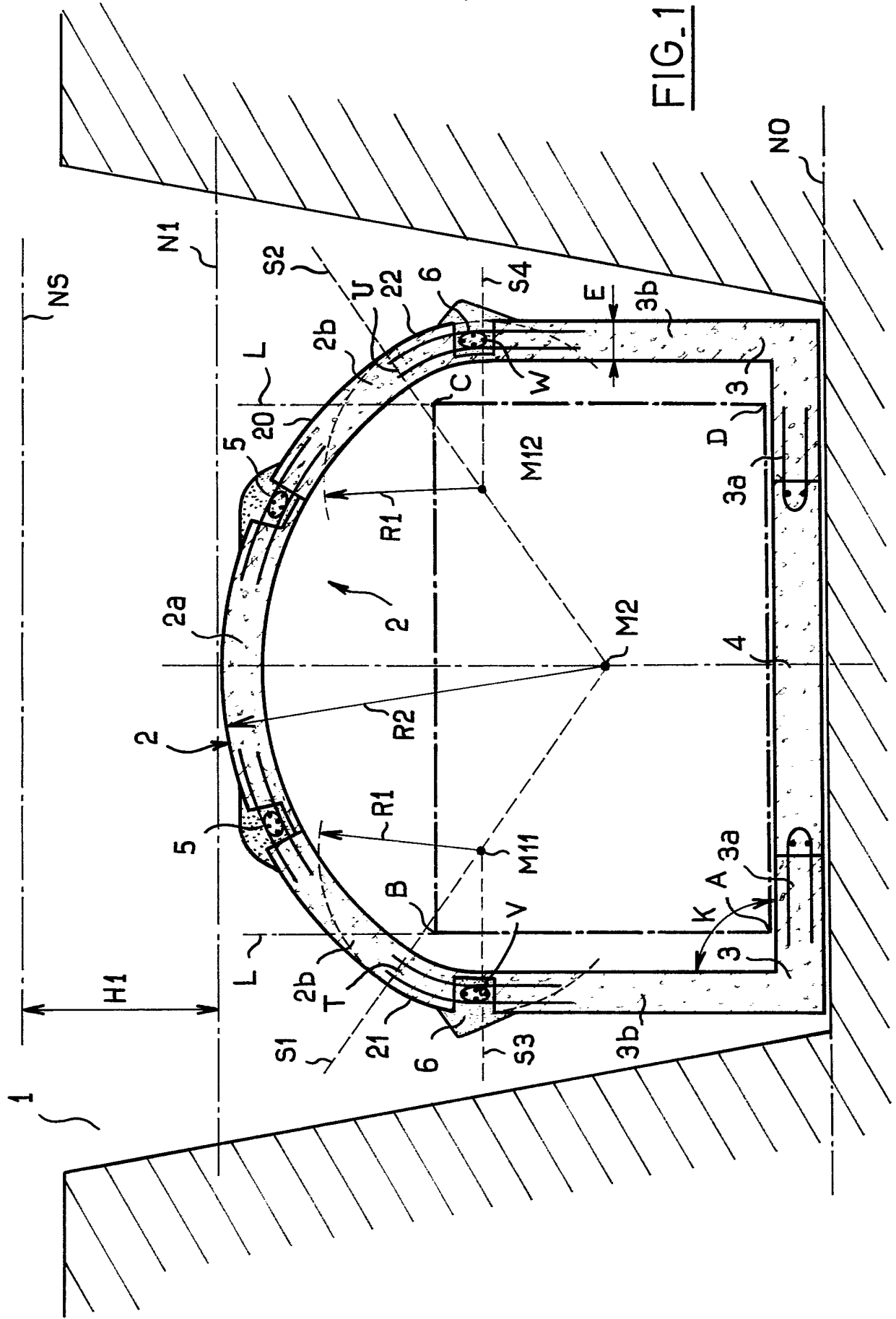
12. Procédé conforme à l'une des revendications 6 à 11, caractérisé en ce que le rayon (R1) du second arc de cercle (21, 22) est choisi de façon à correspondre à  
10 un moule préexistant.

13. Procédé conforme à l'une des revendications 6 à 12, caractérisé en ce que les éléments préfabriqués raccordant l'élément de voûte supérieur aux sommets des piédroits sont fabriqués en mettant bout à bout deux  
15 moules circulaires de rayons de courbure différents.

14. Ouvrage d'art tubulaire obtenu par un procédé conforme à l'une des revendications 1 à 13.

15. Ouvrage d'art tubulaire en béton armé constitué par un assemblage d'éléments préfabriqués,  
20 caractérisé en ce que les éléments curvilignes ont un profil circulaire et sont raccordés tangentielllement entre eux par des joints monolithiques, en ce que l'arc circulaire supérieur de la voûte s'étend au-dessus du gabarit imposé et au-delà des côtés de celui-ci, en ce  
25 que le niveau supérieur de l'extrados de la voûte est sensiblement situé au niveau correspondant aux sollicitations minimales des sols et en ce que les extrémités de la voûte sont raccordées aux extrémités de piédroits auto-stables dont la partie en élévation fait  
30 avec la semelle un angle d'au moins 90°.

FIG. 1



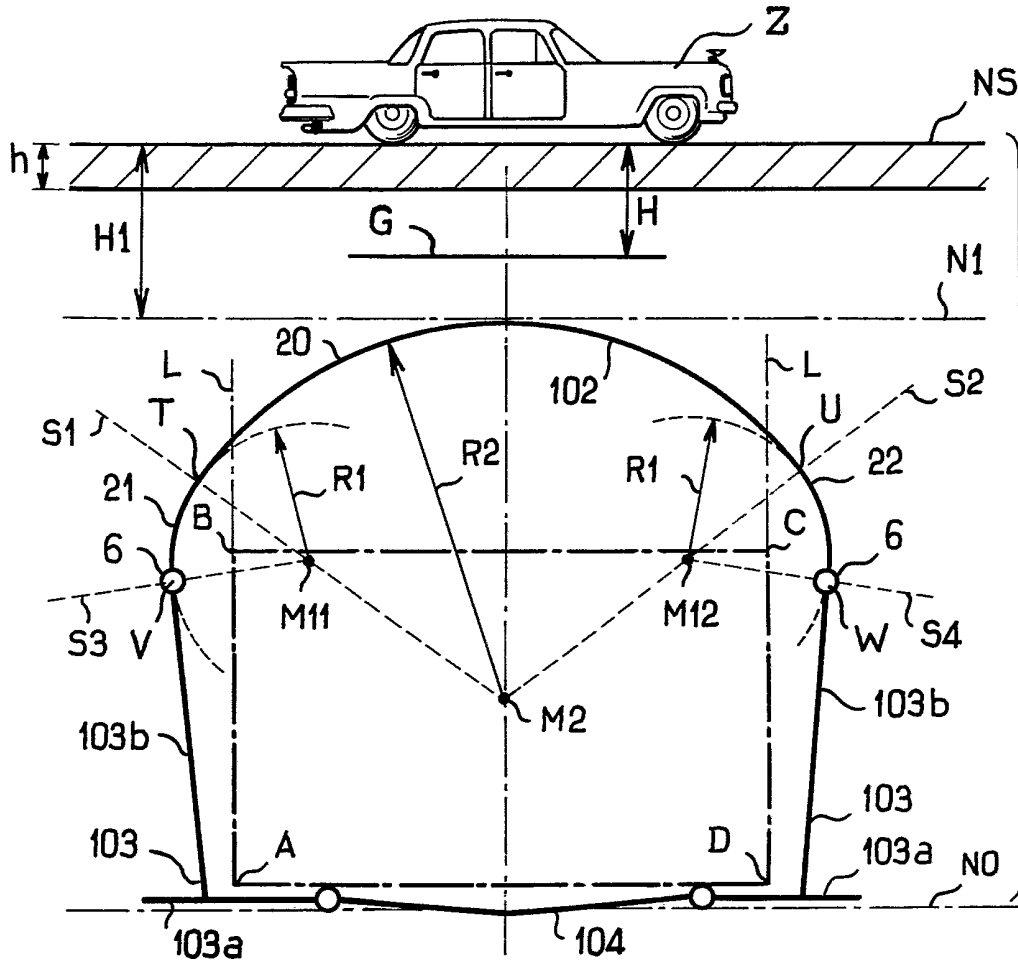


FIG. 2

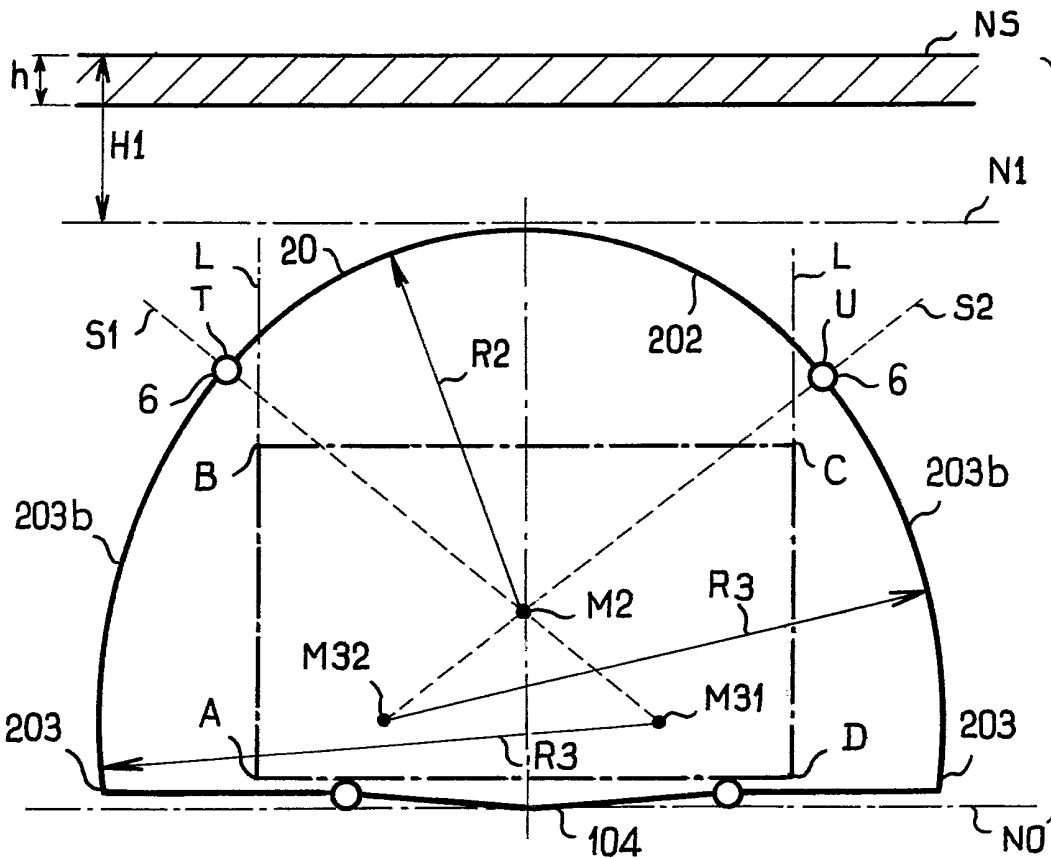


FIG. 3

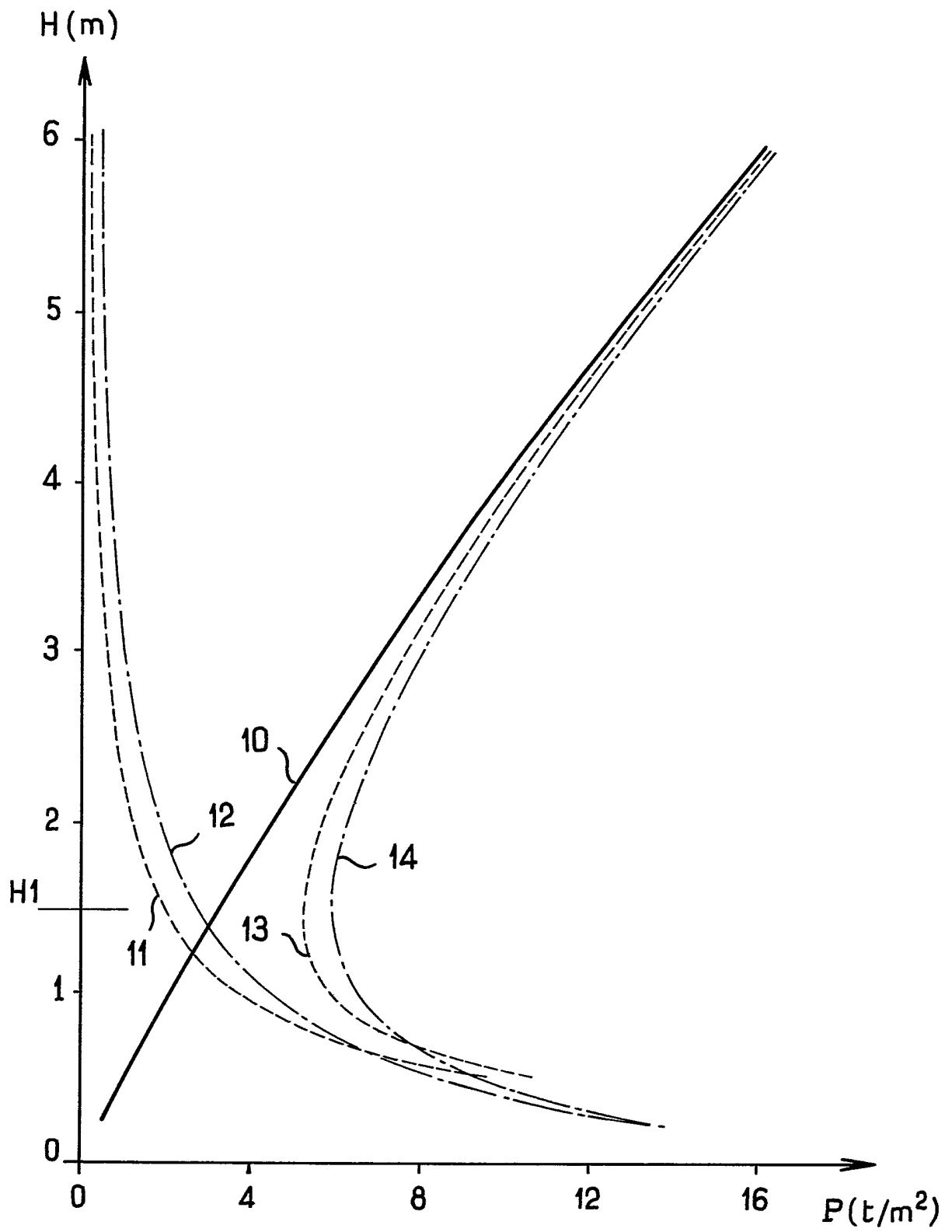


FIG. 4

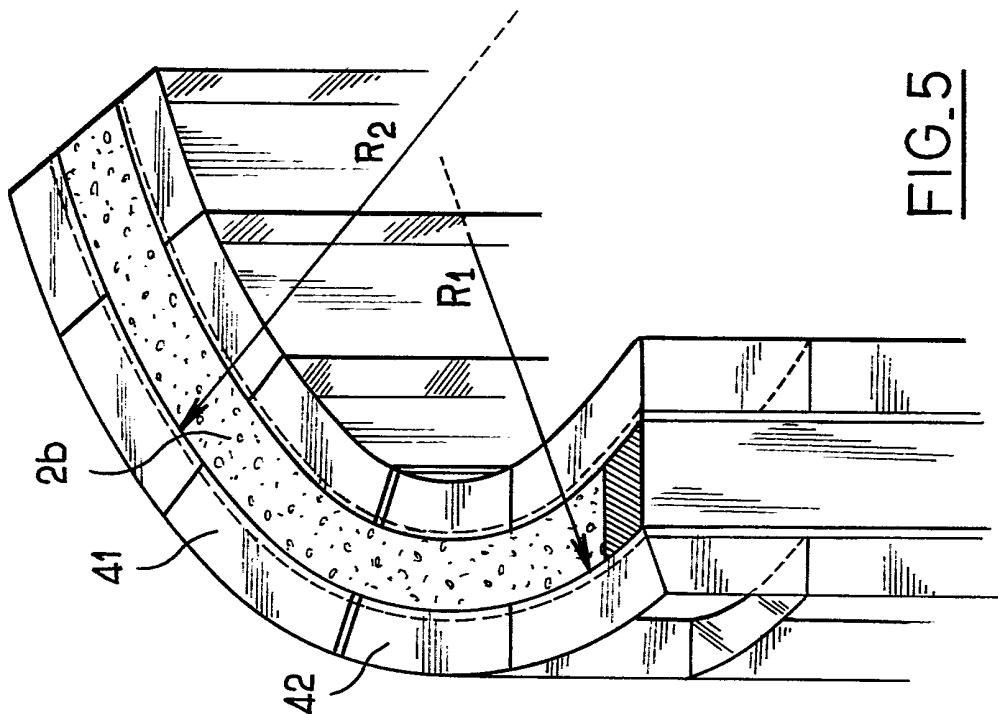


FIG. 5

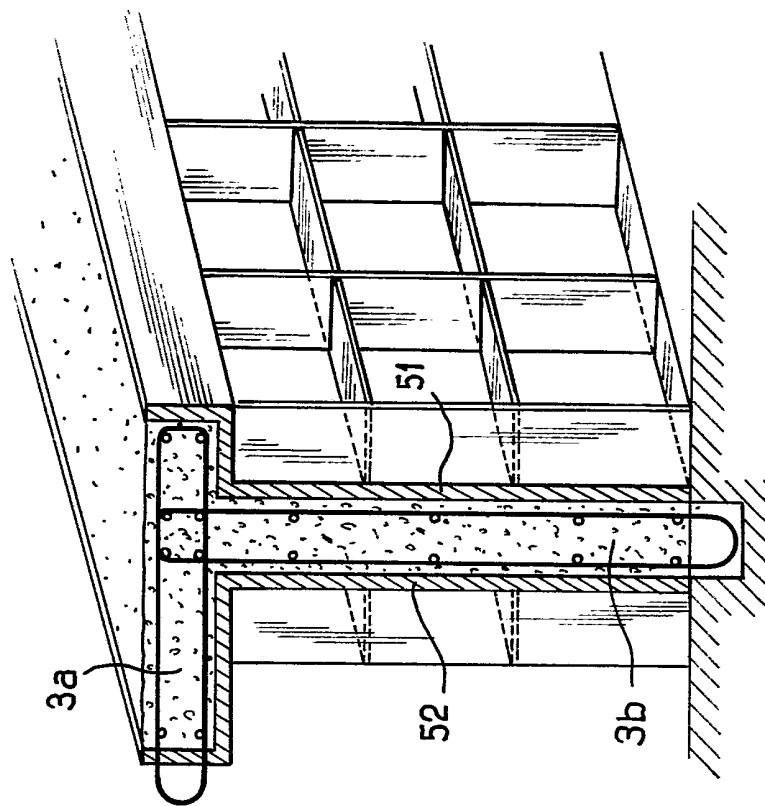


FIG. 6

5 / 5

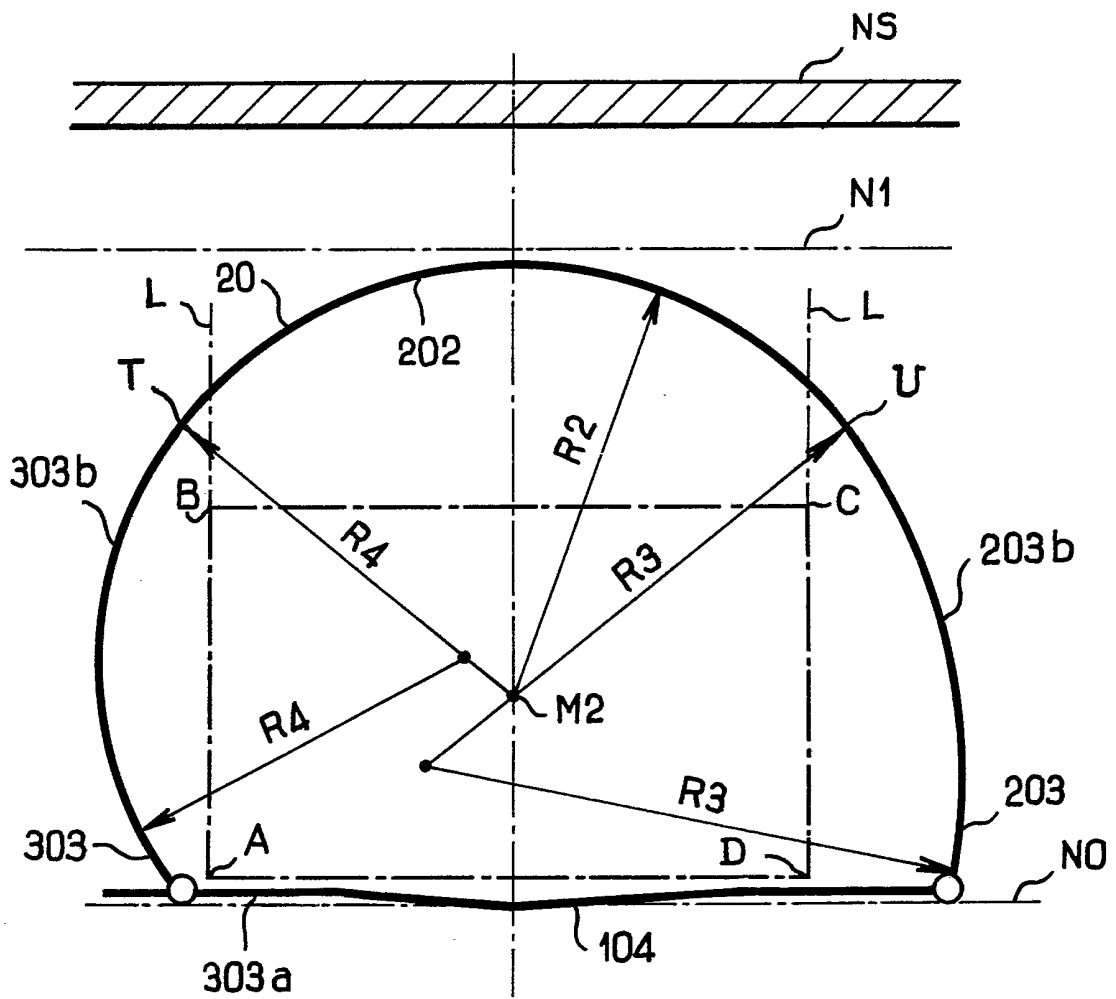


FIG. 7

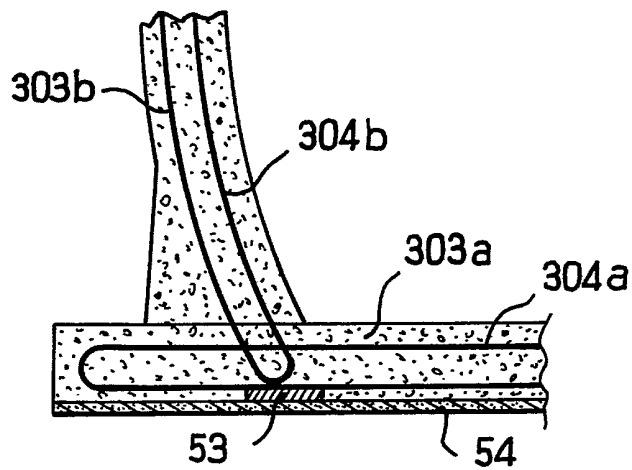


FIG. 8

INSTITUT NATIONAL  
de la  
PROPRIETE INDUSTRIELLE

**RAPPORT DE RECHERCHE**  
établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement  
national

FR 9114819  
FA 466709

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		Revendications concernées de la demande examinée	
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
Y	FR-A-2 599 783 (MATIERE)	1, 5, 6, 9, 11-13	<b>DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.5)</b>  E02D E21D F16L E03F E01F
A	* page 2, ligne 24 - page 3, ligne 5 * * page 4, ligne 24 - page 6, ligne 36; figures 1, 2 *	14	
Y	--- 'HANDBOOK OF CULVERT AND DRAINAGE PRACTICE' 1945, ARMCO INT'L CORPORATION, MIDDLETOWN, OHIO (USA)	1, 5, 6, 9, 11-13	
A	* page 86, ligne 1 - page 90, ligne 12; figures 57-59 *	14	
A	--- EP-A-0 381 547 (MATIERE)	1, 3, 8, 11, 15	
A	--- EP-A-0 296 013 (MATIERE)	1, 2, 4, 5, 9	
A	--- FR-A-2 632 705 (MATIERE)	3	
A	--- FR-A-2 553 801 (SAFONT)	8, 15	
A	--- US-A-1 746 566 (TUFTS)	10	
	-----		
Date d'achèvement de la recherche		Examinateur	
06 AOUT 1992		BELLINGACCI F.	
<b>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</b> X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général O : divulgation non-écrite P : document intercalaire  T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ..... & : membre de la même famille, document correspondant			