

(19)



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11)

EP 1 062 392 B1

(12)

FASCICULE DE BREVET EUROPEEN

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
08.02.2006 Bulletin 2006/06

(21) Numéro de dépôt: **99907667.2**

(22) Date de dépôt: **08.03.1999**

(51) Int Cl.:
E02D 29/045^(2006.01)

(86) Numéro de dépôt international:
PCT/FR1999/000518

(87) Numéro de publication internationale:
WO 1999/046450 (16.09.1999 Gazette 1999/37)

(54) **OUVRAGE DE PASSAGE SOUS REMBLAI**

UNTERIRDISCHER DURCHGANG

STRUCTURE FOR PASSAGE UNDER AN EMBANKMENT

(84) Etats contractants désignés:
DK ES GB IE PT SE

(30) Priorité: **09.03.1998 FR 9802846**

(43) Date de publication de la demande:
27.12.2000 Bulletin 2000/52

(60) Demande divisionnaire:
04076571.1 / 1 452 646

(73) Titulaire: **SOCIETE CIVILE DE BREVETS MATIERE**
15000 Aurillac (FR)

(72) Inventeur: **MATIERE, Marcel**
F-15000 Aurillac (FR)

(74) Mandataire: **Le Brusque, Maurice**
Cabinet Harlé et Phélip
7, rue de Madrid
75008 Paris (FR)

(56) Documents cités:
EP-A- 0 296 013 EP-A- 0 585 959
AT-B- 395 894 FR-A- 2 642 109
NL-C- 1 000 828

- **BUISSON B.: 'Encyclopédie Pratique de la Construction et du Bâtiment, Chapitre X, Construction des Voûtes et des Planchers', 1968, LIBRAIRIE ARISTIDE QUILLET, PARIS**

EP 1 062 392 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

[0001] L'invention a pour objet un ouvrage de passage sous remblai susceptible de présenter une très grande section, correspondant notamment au gabarit routier, un tel ouvrage étant utilisable en particulier pour le passage sous remblai d'une circulation routière ou ferroviaire.

[0002] L'évolution technique, en particulier la nécessité de construire de nouvelles voies de circulation, telles que des autoroutes ou des lignes de transport ferroviaire à grande vitesse, conduit à multiplier les passages surélevés. En effet, une ligne ferroviaire ou une autoroute doivent avoir un profil en long régulier, sans rampe importante et nécessite, en outre, la suppression des inter-sections.

[0003] Depuis un certain temps on est donc amené à réaliser des voies de circulation sur un remblai qui égalise le profil, ce qui nécessite la construction d'ouvrages nombreux pour le passage des voies de circulation secondaire, des lignes ferroviaires et des rivières.

[0004] Pour résoudre de tels problèmes, l'inventeur a proposé, il y a quelques années, de réaliser des ouvrages de passage sous remblai par une technique nouvelle qui présente de très nombreux avantages et a connu un grand développement.

[0005] Cette technique qui est décrite, en particulier, dans les brevets européens N°0.081.402 N°0.244.890 et N°0 296 013 du même inventeur, consiste à réaliser une paroi tubulaire constituée d'éléments préfabriqués en béton qui sont réalisés à l'avance, transportés sur le chantier lorsque l'usine de préfabrication est éloignée, et assemblés sur le site de construction, l'ensemble étant ensuite, recouvert d'un remblai.

[0006] D'une façon générale, la paroi tubulaire est centrée sur un axe longitudinal et comprend, en section transversale, au moins trois éléments préfabriqués, respectivement un élément supérieur en arc de cercle, reposant sur deux éléments de côté écartés l'un de l'autre et comprenant chacun une base reposant sur le sol et une paroi latérale ayant une partie supérieure incurvée vers l'intérieur de la section de façon à se raccorder à l'élément supérieur.

[0007] La précédente invention permet de réaliser de façon très économique des ouvrages qui peuvent avoir une très grande section de passage correspondant au gabarit routier. Il a même été possible de réaliser, de façon très économique des ouvrages couvrant plusieurs voies de circulation routière, par exemple, pour des autoroutes de contournement d'une ville qui peuvent avantageusement être enterrées de façon à protéger l'environnement.

[0008] Le brevet européen N°0.585.959 décrit également un conduit enterré comprenant, en section transversale, un élément supérieur en arc de cercle ou, éventuellement, en anse de panier, qui repose, par des articulations sur deux éléments d'appui préfabriqués.

[0009] Bien entendu, il est plus économique d'utiliser, autant que possible, des éléments standard dont on con-

naît les caractéristiques et les performances et, en pratique, on réalise habituellement des ouvrages à section demi-circulaire, comprenant deux éléments de côté ayant une partie supérieure incurvée en arc de cercle et se raccordant à un élément supérieur de même rayon de courbure. Dans le mode de réalisation le plus courant, l'élément supérieur couvre un secteur circulaire de 90°, de telle sorte que les plans de joint entre les éléments de côté et l'élément supérieur sont inclinés symétriquement de 45° par rapport à la verticale.

[0010] Les joints longitudinaux sont habituellement constitués de simples articulations à axe horizontal et l'on a observé qu'une telle disposition permettait de réaliser des ouvrages de très grande section et pouvant supporter une charge importante, par exemple la circulation d'une voie autoroutière au-dessus de l'ouvrage.

[0011] Cependant, l'utilisation d'une section demi-circulaire conduit à donner à l'ouvrage une hauteur relativement importante par rapport à sa largeur puisqu'elle est égale à environ la moitié de celle-ci.

[0012] Pour augmenter la portée entre les éléments de côté, l'inventeur a donc proposé d'utiliser des éléments de rayons différents, l'élément supérieur, qui couvre encore un secteur angulaire de 90°, ayant un rayon plus grand que les parties incurvées des éléments de côtés. De la sorte, on garde la même disposition des joints articulés entre les éléments mais la portée entre ces articulations peut être augmentée. Toutefois, la flèche de l'arc circulaire est proportionnelle à la distance entre appui et, en raison de grand rayon nécessaire, la surélévation à la clé par rapport aux appuis latéraux peut être trop importante pour utiliser cette technique lorsque la différence de hauteur entre le fond sur lequel est posé l'ouvrage et la voie de circulation passant au-dessus de celui-ci est insuffisante.

[0013] Dans un tel cas, on peut réaliser des ouvrages de passage de section rectangulaire constitués d'une dalle reposant sur deux murs verticaux mais la technique de la préfabrication ne peut être utilisée que pour des sections de passage réduites, de l'ordre de 10 à 15 m². En effet, pour de plus grandes dimensions, des éléments préfabriqués ne seraient plus maniables et l'on est alors obligé d'utiliser les techniques classiques de construction des ponts.

[0014] L'invention a donc pour objet d'étendre les possibilités d'application de la technique de construction d'ouvrages d'art par éléments préfabriqués décrite dans les brevets cités plus haut du même inventeur, en permettant de réduire la hauteur totale de l'ouvrage par rapport à sa portée, tout en conservant les avantages essentiels de la technique antérieure.

[0015] La solution à ce problème est un ouvrage de passage sous remblai tel que défini dans la revendication 1. Des modes de réalisation avantageux sont définis dans les revendications 2 à 4.

[0016] L'invention concerne donc, d'une façon générale, un ouvrage de passage sous remblai comprenant une paroi tubulaire ayant un axe longitudinal et consti-

tuée d'une pluralité d'éléments en béton réalisés à l'avance et juxtaposés le long de joints longitudinaux et transversaux, lesdits éléments étant assemblés sur le site de construction de façon à former une paroi tubulaire comprenant, en section transversale à son axe, au moins trois éléments préfabriqués, respectivement un élément supérieur ayant deux côtés latéraux parallèles à l'axe longitudinal et deux éléments de côté écartés l'un de l'autre et comprenant chacun une base reposant sur le sol et une paroi latérale ayant une partie supérieure incurvée vers l'intérieur de la section, avec un bord supérieur parallèle à l'axe longitudinal, l'élément supérieur reposant par ses côtés latéraux le long de joints longitudinaux, sur les bords supérieurs des éléments de côté.

[0017] Conformément à l'invention, chaque élément supérieur, comprend une paroi cylindrique à génératrices parallèles à l'axe longitudinal et ayant un profil transversal à double courbure comprenant une partie centrale plane prolongée par deux parties extrêmes ayant chacune même rayon de courbure que la partie supérieure incurvée de l'élément de côté correspondant, de façon à se raccorder tangentiellement à celui-ci, ladite paroi à double courbure étant associée à au moins une nervure de raidissement susceptible d'encaisser les contraintes résultant du poids propre de l'élément supérieur et de la charge appliquée par le remblai recouvrant la paroi tubulaire.

[0018] La courbure nulle de la partie centrale de la partie centrale de l'élément supérieur et les dimensions des éléments sont telles que la hauteur totale de l'ouvrage ne dépasse pas sensiblement celle d'un ouvrage à section rectangulaire limitant un même gabarit la hauteur de la nervure ne dépassant pas celle d'un tablier plan limitant le gabarit, la nervure de raidissement ayant un moment d'inertie suffisant pour donner à l'élément supérieur la résistance à la flexion nécessaire, compte tenu de la distance entre les côtés latéraux et des charges appliquées.

[0019] De façon particulièrement avantageuse, les côtés latéraux de l'élément supérieur et les bords supérieurs des éléments de côté sont munis de parties d'appui conjuguées, respectivement en creux et en saillie, de façon à ménager deux joints longitudinaux articulés, le raccordement tangentiel des parties en appui de l'élément supérieur avec les éléments de côté déterminant la transmission des efforts d'appui, en chaque joint longitudinal, suivant des directions inclinées par rapport à l'horizontale, avec une composante horizontale dirigée vers l'extérieur.

[0020] De préférence, le plan de joint longitudinal entre le bord supérieur d'un élément de côté et le côté latéral de l'élément supérieur en appui sur celui-ci, passe par un centre de courbure commun et est incliné sensiblement à 45° par rapport à l'horizontale.

[0021] Mais l'invention sera mieux comprise par la description suivante d'un mode de réalisation particulier, donné à titre d'exemple et représenté sur les dessins annexés.

La figure 1 montre schématiquement, en coupe transversale, un ouvrage sous remblai selon l'invention.

La figure 2 est une vue de détail d'un joint longitudinal.

La figure 3 montre une variante.

[0022] Sur la figure 1, on a représenté schématiquement, en coupe transversale, un ouvrage de passage selon l'invention, comprenant une paroi tubulaire 1 disposée sur le fond 11 aplani et tassé d'une tranchée 10 et recouverte d'un remblai 12 jusqu'à un niveau supérieur 13 se trouvant à une hauteur h au-dessus du fond 11 de la tranchée 10, pour permettre le passage d'une voie de circulation au-dessus de l'ouvrage.

[0023] La paroi tubulaire 1 est constituée, d'une façon générale, d'éléments préfabriqués en béton armé ou précontraint, qui sont juxtaposés de façon à former des tronçons successifs centrés sur un axe longitudinal O.

[0024] Une telle disposition a été décrite en détail, notamment dans les brevets précédents EP-0.081.402. et EP-0.244.890 du même inventeur.

[0025] D'une façon générale, chaque tronçon comprend, en section transversale, au moins trois éléments, respectivement deux éléments de côté 2, 2' et un élément supérieur 3, ayant deux côtés latéraux 31, 31', parallèles à l'axe longitudinal O de l'ouvrage, qui reposent sur les bords supérieurs 21, 21' des éléments de côté 2, 2'.

[0026] Chaque élément de côté 2, 2' comprend une semelle 22 formant une base à fond plan 22 et une paroi latérale 23 s'étendant vers le haut, en s'incurvant vers l'intérieur au moins à sa partie supérieure 24. L'ensemble est équilibré de telle sorte que l'élément de côté préfabriqué 2 puisse être posé sur le sol et tienne debout par lui-même sans échafaudage, même sous le poids de l'élément supérieur 3.

[0027] Dans les modes de réalisation décrits dans le brevet précédent EP-0.081.402, les bases des éléments de côté sont reliées par un radier bétonné qui permet de répartir la charge appliquée sur une grande surface. Cependant, le radier peut être supprimé si la portance du fond 11 de la tranchée le permet et, en particulier, lorsque la portée de l'ouvrage entre les bases des éléments de côté 2, 2' est importante.

[0028] Dans ce cas, chaque élément de côté présente la forme particulière représentée sur la figure 1, la semelle 22 comprenant deux ailes 22a, 22b s'étendant respectivement vers l'extérieur et vers l'intérieur de la section, de part et d'autre du pied de la paroi latérale 23 sur une largeur déterminée en fonction de la portance du sol et des conditions de stabilité. Bien que la paroi 23 soit incurvée vers l'intérieur, l'expérience a montré qu'un tel élément pouvait être parfaitement stable, même pour de très grandes portées.

[0029] La structure décrite dans le brevet précédent EP-0.081.402 a connu un grand développement industriel en raison des nombreux avantages apportés par cette technique originale de réalisation d'ouvrages d'art.

[0030] En particulier, le découpage de la section de passage est réalisé, selon le brevet EP-0.081.402, de façon que les joints longitudinaux entre les éléments se trouvent placés dans des zones de noeuds de contraintes dont les positions sont déterminées en étudiant l'influence des charges appliquées. Ainsi, on peut réaliser des éléments aussi grands que possible et diminuer ainsi le nombre d'éléments permettant de réaliser la section de passage désirée.

[0031] L'expérience a montré que, dans le cas d'une voûte demi-circulaire, ces joints pouvaient être placés de telle sorte que les deux plans de joint entre l'élément supérieur et chaque élément de côté soient inclinés de 45° par rapport à l'horizontale.

[0032] Par ailleurs, il est particulièrement avantageux de ménager des joints articulés entre chaque côté latéral 31 de l'élément supérieur 3 et le bord supérieur 21 de l'élément de côté 2 associé. Ces joints articulés sont réalisés de la façon représentée sur la figure 2, le bord supérieur 21 de l'élément de côté 2 étant muni d'une rainure concave 41 alors que le côté latéral 31 de l'élément supérieur 3 est muni d'un rebord convexe 42.

[0033] On obtient ainsi une très grande souplesse de la construction qui facilite, notamment, la réalisation du remblai par couches successives car les articulations permettent de légers déplacements pour l'ajustement des éléments. De plus, après la mise en service, les contraintes appliquées sous la charge du remblai et des surcharges sont transmises tangentiellement par effet de voûte, de l'élément supérieur aux éléments de côté qui prennent appui latéralement sur le remblai.

[0034] Par ailleurs, en raison de la grande résistance apportée par le positionnement judicieux des joints entre éléments, Il est possible de diminuer leur poids, ce qui facilite leur manutention même pour de très grandes dimensions.

[0035] Dans les modes de réalisation décrits dans le brevet EP-0.081.402, la paroi tubulaire de l'ouvrage présente une section demi-circulaire symbolisée la ligne en pointillés S1 sur la figure 1. On voit que la hauteur de l'ouvrage, à la clé, est égale à la moitié de la portée entre appuis. Le gabarit rectangulaire de passage dans un tel ouvrage, par exemple pour une voie de circulation routière, présente donc une hauteur de l'ordre de la moitié de la largeur.

[0036] Comme on l'a indiqué, pour diminuer la hauteur de l'ouvrage par rapport à sa largeur, il est possible de donner à l'élément supérieur un rayon de courbure plus grand que celui des éléments de côté auxquels il se raccorde tangentiellement, selon le profil S2 indiqué en pointillé sur la figure 1. Dans ce cas, le gabarit de passage G représenté en traits mixte sur la figure présente une largeur L plus grande que le double de la hauteur H. Cependant, la hauteur globale h1 de l'ouvrage à la clé reste assez importante et peut être trop élevée lorsque la différence de hauteur h entre le niveau supérieur de la voie de circulation 13 passant au-dessus de l'ouvrage et le fond 11 de celui-ci est réduite.

[0037] Pour réduire la hauteur totale de l'ouvrage, on a aussi proposé, dans le brevet français N° 2.642.109, de remplacer l'élément supérieur incurvé par une simple dalle plane reposant, par des articulations, sur les bords supérieurs des éléments de côté.

[0038] Cependant, les effets de tassement à la limite du tablier plan déterminent un effet de seuil qui entraîne une dégradation de la voie de circulation passant au-dessus de l'ouvrage.

[0039] L'invention apporte une solution à ce problème en conservant, cependant, l'essentiel des avantages de la disposition connue précédemment.

[0040] Comme le montre, en effet, la figure 1, l'ouvrage selon l'invention comprend, en section transversale à son axe O, un élément supérieur 3 reposant par ses côtés latéraux 31, 31' sur les bords supérieurs 21, 21' de deux éléments de côté 2, 2' qui peuvent être parfaitement identiques aux éléments de côté utilisés dans les structures connues auparavant.

[0041] Chaque élément de côté 2 comprend donc, comme dans les dispositions antérieures, une paroi latérale 23 dont au moins la partie supérieure 24 est incurvée de façon à former un secteur circulaire centré en un point O1 et qui s'étend verticalement à partir d'une base en forme de semelle comprenant deux ailes, respectivement externe 22a et interne 22b résistant au renversement de l'élément 2 vers l'intérieur ou vers l'extérieur.

[0042] L'élément supérieur 3 présente, en revanche, une forme particulière. Il est constitué, en effet, d'une paroi incurvée 30 associée à une nervure de raidissement 32. La paroi 30 présente une forme cylindrique à génératrices parallèles à l'axe longitudinal O et ayant une double courbure. Elle comporte, en effet, une partie centrale 33 plane qui se raccorde à deux parties extrêmes 34, 34' ayant un rayon de courbure égal à celui de la partie supérieure incurvée de la paroi latérale 23, 23' de l'élément de côté associé 2, 2'. Les deux parties 34 et 24 sont, par conséquent, centrées au même point O1, O'1 et s'étendent, respectivement, de part et d'autre du plan de joint P.

[0043] La hauteur e de la nervure 32 est déterminée de façon à donner à l'ensemble un moment d'inertie suffisant pour résister aux efforts appliqués sur la partie 33 de l'élément 3.

[0044] De préférence, les éléments sont dimensionnés de telle sorte que les appuis longitudinaux soient écartés d'une largeur L et placés à une hauteur H au-dessus du fond 11, ces dimensions correspondant au gabarit de passage G souhaité. Les joints 4, 4' sont, alors placés aux angles de ce gabarit.

[0045] L'élément supérieur 3 peut être calculé comme une poutre à section variable reposant sur deux appuis articulés constitués par les joints longitudinaux 4, 4' ménagés sur les bords supérieurs 21, 21' des éléments de côtés 2, 2'. La hauteur e n'est pas donc pas supérieure à celle d'un tablier plan reposant sur deux culées verticales, pour limiter le même gabarit.

[0046] En revanche, la forme particulière des parties

extrêmes 34, 34' de l'élément supérieur 3 permet de conserver les avantages de la structure connus précédemment.

[0047] Par exemple, comme le montre la figure 2, le joint articulé 4 peut être réalisé de la même façon, le plan de joint P étant, de préférence, incliné par rapport à l'horizontale, d'un angle A égal à 45°. On sait que, en pratique, ce type de joint a donné les meilleurs résultats, même pour de très grandes portées.

[0048] De plus, le raccordement tangentiel des éléments par des parties 24 et 34 de même rayon de courbure permet d'assurer la transmission continue des efforts par effet de voûte et de conserver une certaine souplesse de la structure particulièrement utile pour résister aux tassements différentiels et, même, à des secousses sismiques, comme on a pu le vérifier.

[0049] En particulier, les efforts appliqués sur les deux joints articulés 4, 4' ont une composante horizontale tendant à repousser vers l'extérieur les éléments de côté 2, 2' qui prennent appui sur les remblais latéraux, ces derniers étant réalisés de façon à participer à la résistance de l'ouvrage. D'autre part, la forme incurvée vers l'intérieur des éléments de côté 2, 2' et la possibilité de leur donner une très faible épaisseur par rapport à leur longueur donne à l'ensemble une certaine souplesse permettant de mobiliser les remblais.

[0050] Il apparaît que la hauteur totale h' de l'ouvrage n'est pas sensiblement supérieure à celle d'un ouvrage à section rectangulaire et permet donc le passage d'une voie de circulation 13 à une hauteur h assez réduite au-dessus du fond 11 de la tranchée 10, l'élément supérieur 3 pouvant être recouvert d'une couche mince de remblai.

[0051] Il est à noter que la forme particulière de l'élément supérieur permet de diminuer les effets de tassement qui se produisent, normalement, à la limite d'un tablier plan et qui entraînent une dégradation de la chaussée. En effet, étant donné que la partie centrale 33 est prolongée par des parties 34 de plus grande courbure, l'épaisseur du remblai augmente progressivement jusqu'aux appuis latéraux 4, 4' qui sont plus éloignés de la surface supérieure 13 et, en raison de la continuité de la paroi externe circulaire, cette augmentation ou diminution progressive de la hauteur de remblai au-dessus de la paroi en béton assure une meilleure absorption de l'effet de seuil au passage de l'ouvrage.

[0052] Bien entendu, l'invention ne se limite pas aux détails du mode de réalisation qui vient d'être décrit et qui pourrait faire l'objet de variantes ou de perfectionnements sans s'écarter du cadre de protection défini par les revendications.

[0053] En particulier, pour réaliser l'élément supérieur 33, on peut utiliser les techniques habituelles du béton armé, notamment la précontrainte, de façon à réduire la hauteur de la nervure de raidissement. On peut aussi augmenter le nombre de nervures associées à chaque élément.

[0054] Par ailleurs, dans le mode de réalisation de la

figure 1, les éléments de côté 2, 2' ont un centre de courbure O1 placé au niveau du fond 11, de façon à augmenter la hauteur de la partie incurvée 24 pour un rapport donné de la largeur L à la hauteur H du gabarit.

[0055] On pourrait cependant, donner autre forme aux éléments de côté, comme le montre, par exemple, la figure 3. D'une façon générale, en effet, la hauteur e de la nervure doit être juste suffisante pour donner à l'élément supérieur 3 la résistance à la flexion nécessaire en assurant le gabarit de passage souhaité.

[0056] En outre, comme décrit dans le brevet EP-0.081.402, les bords internes des bases 22, 22' des éléments de côté peuvent être reliés par un radier bétonné permettant de répartir la charge sur une grande surface.

[0057] Les signes de référence insérés après les caractéristiques techniques mentionnées dans les revendications, ont pour seul but de faciliter la compréhension de ces dernières et n'en limitent aucunement la portée.

Revendications

1. Ouvrage de passage sous un remblai (12), comprenant une paroi tubulaire (1) ayant un axe longitudinal (O) et constituée d'une pluralité d'éléments en béton réalisés à l'avance et juxtaposés le long de joints longitudinaux et transversaux, lesdits éléments étant assemblés sur le site de construction de façon à former une paroi tubulaire (1) comprenant, en section transversale à son axe, au moins trois éléments préfabriqués, respectivement un élément supérieur (3) ayant deux côtés latéraux (31, 31') parallèles à l'axe longitudinal (O) et deux éléments de côté (2, 2') écartés l'un de l'autre et comprenant chacun une base (22) reposant sur le sol (11) et une paroi latérale (23) ayant une partie supérieure (29) incurvée vers l'intérieur de la section, avec un bord supérieur (21) parallèle à l'axe longitudinal (O), l'élément supérieur (3) reposant par ses cotés latéraux (31, 31'), le long de joints longitudinaux (4, 4'), sur les bords supérieurs (21, 21') des éléments de côté (2, 2'),
caractérisé par le fait que chaque élément supérieur (3) comprend une paroi (30) ayant un profil transversal à double courbure comprenant une partie centrale plane (33) prolongée par deux parties extrêmes (34, 34') ayant chacune même rayon de courbure que la partie supérieure incurvée (24, 24') de l'élément de côté (2, 2') correspondant, de façon à se raccorder tangentiellement à celui-ci, ladite paroi à double courbure (30) étant associée à au moins une nervure de raidissement (32) susceptible d'encaisser les contraintes résultant du poids propre de l'élément supérieur (3) et des charges appliquées par le remblai (12) recouvrant la paroi tubulaire (1) et que les dimensions des éléments sont déterminées de telle sorte que la hauteur totale (h') de l'ouvrage ne soit pas sensiblement supérieure à celle

d'un ouvrage à section rectangulaire limitant un même gabarit de passage (G) et que la hauteur (e) de la nervure ne soit pas supérieure à celle d'un tablier plan limitant ledit gabarit, la hauteur de la nervure (32) étant déterminée de façon à donner à l'élément supérieur un moment d'inertie suffisant pour résister aux efforts appliqués sur la partie centrale (33) de l'élément supérieur (3).

2. Ouvrage sous remblai selon la revendication 1, **caractérisé par le fait que** les côtés latéraux (31, 31') de l'élément supérieur (3) et les bords supérieurs (21, 21') des éléments de côté (2, 2') sont munis de parties d'appui conjuguées, respectivement en creux et en saillie, de façon à ménager deux joints longitudinaux articulés (4, 4'), le raccordement tangentiel des parties en appui de l'élément supérieur (3) avec les éléments de côté (2, 2') déterminant la transmission des efforts d'appui, en chaque joint longitudinal, suivant des directions inclinées par rapport à l'horizontale, avec une composante horizontale dirigée vers l'extérieur.
3. Ouvrage sous remblai selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé par le fait que** le plan de joint longitudinal entre le bord supérieur d'un élément de côté et le côté latéral de l'élément supérieur en appui sur celui-ci, passe par un centre de courbure commun et est incliné sensiblement à 45° par rapport à l'horizontale.
4. Ouvrage sous remblai selon l'une des revendications précédentes, susceptible de ménager un gabarit de passage rectangulaire (G) ayant une hauteur (H) et une largeur (L), **caractérisé par le fait que** les dimensions des éléments sont déterminées de telle sorte que, après la pose, les joints longitudinaux (4, 4') entre les éléments se trouvent placés sensiblement aux angles supérieurs du gabarit de passage (G), les nervures de raidissement (32) des éléments supérieurs (3) ayant une face inférieure placée à un niveau correspondant sensiblement à la hauteur (H) du gabarit (G) et les joints longitudinaux (4, 4') étant écartés d'une distance correspondant sensiblement à la largeur (L) du gabarit (G).

Patentansprüche

1. Durchgangsbauwerk unter einer Erdaufschüttung (12), mit einer rohrförmigen Wand (1), die eine Längsachse (O) aufweist und aus mehreren Beton-elementen gebildet ist, welche vorab gefertigt und entlang längs- und querverlaufenden Gelenkverbindungen aneinanderstoßend angeordnet sind, wobei die Elemente auf der Baustelle derart zusammengefügt werden, daß eine rohrförmige Wand (1) gebildet wird, die im Schnitt quer zu ihrer Achse, min-

destens drei vorgefertigte Elemente aufweist, nämlich ein oberes Element (3) mit zwei zur Längsachse (O) parallelen Seitenkanten (31, 31') und zwei voneinander beabstandete Seitenelemente (2, 2'), die jeweils eine auf dem Boden (11) aufliegende Basis (22) und eine einen zur Innenseite des Querschnitts gebogenen oberen Teil (29) aufweisende Seitenwand (23) mit einem zur Längsachse (O) parallelen oberen Rand (21) aufweisen, wobei das obere Element (3) mit seinen Seitenkanten (31, 31') entlang längsverlaufenden Gelenkverbindungen (4, 4') auf den oberen Rändern (21, 21') der Seitenelemente (2, 2') aufliegt,

dadurch gekennzeichnet, daß jedes obere Element (3) eine mit einem doppelt gekrümmten Querschnitt ausgebildete Wand (30) mit einem ebenen Mittelteil (33) aufweist, das durch zwei Endteile (34, 34') verlängert ist, die jeweils den gleichen Krümmungsradius wie der gekrümmte obere Teil (24, 24') des entsprechenden Seitenelements (2, 2') haben, so daß sie sich tangential an dieses anschließen, wobei die doppelt gekrümmte Wand (30) mindestens einer Versteifungsrippe (32) zugeordnet ist, die in der Lage ist, die aus dem Eigengewicht des oberen Elements (3) und den durch die Aufschüttung (12), welche die rohrförmige Wand (1) bedeckt, aufgebrachten Belastungen resultierenden Spannungen zu absorbieren, und daß die Abmessungen der Elemente derart gewählt sind, daß die Gesamthöhe (h') des Bauwerks nicht wesentlich größer ist, als diejenige eines Bauwerks mit rechtwinkligem Querschnitt, welches das gleiche Lichtraumprofil (G) eines Durchgangs begrenzt, und daß die Höhe (e) der Rippe nicht größer als diejenige einer das Lichtraumprofil begrenzenden ebenen Fahrbahnplatte ist, wobei die Höhe der Rippe (32) derart gewählt ist, daß dem oberen Element ein ausreichendes Trägheitsmoment verliehen ist, um den auf den Mittelteil (33) des oberen Elements (3) einwirkenden Kräften zu widerstehen.

2. Bauwerk unter einer Erdaufschüttung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Seitenkanten (31, 31') des oberen Elements (3) und die oberen Ränder (21, 21') der Seitenelemente (2, 2') derart mit ausgenommenen bzw. vorspringenden zusammengefügt Stützteilen versehen sind, daß zwei längsverlaufende Gelenkverbindungen (4, 4') gebildet sind, wobei die tangentielle Verbindung der Stützteile des oberen Elements (3) mit den Seitenteilen (2, 2') die Übertragung der Stützkkräfte an jeder längsverlaufenden Gelenkverbindung in zur Horizontalen geneigten Richtungen bestimmt, wobei eine nach außen gerichtete horizontale Komponente vorhanden ist.
3. Bauwerk unter einer Erdaufschüttung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekenn-**

zeichnet, daß die Längsgelenkfugenebene zwischen dem oberen Rand eines Seitenelements und der sich darauf abstützenden Seitenkante des oberen Elements durch einen gemeinsamen Krümmungsmittelpunkt verläuft und im wesentlichen um 45° in bezug zur Horizontalen geneigt ist.

4. Bauwerk unter einer Erdaufschüttung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, der zur Ausbildung eines rechtwinkligen Durchgangslichtraumprofils (G) mit einer Höhe (H) und einer Breite (L) geeignet ist, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Abmessungen der Elemente derart gewählt sind, daß nach dem Positionieren die längsverlaufenden Gelenkverbindungen (4, 4') zwischen den Elementen im wesentlichen in den oberen Ecken des Durchgangslichtraumprofils (G) befinden, wobei die Versteifungsrippen (32) der oberen Elemente (3) eine Innenseite aufweisen, die auf einer Höhe angeordnet ist, welche im wesentlichen der Höhe (H) des Lichtraumprofils (G) entspricht, und wobei die längsverlaufenden Gelenkverbindungen (4, 4') um eine Entfernung voneinander beabstandet sind, die im wesentlichen der Breite (L) des Lichtraumprofils (G) entspricht.

Claims

1. A passage structure under embankment (12) comprising a tubular wall (1) with a longitudinal axis (o) and consisting of a number of concrete elements built in advance and juxtaposed along longitudinal and transversal joints, whereby the said elements are assembled on the construction site in order to provide a tubular wall (1) comprising, as a section transversal to its axis, at least three prefabricated elements, respectively an upper element (3) with two lateral sides (31, 31') parallel to the longitudinal axis (o) and two side elements (2, 2') spaced from one another and each containing a base (22) resting on the ground (11) and a side wall (23) with an upper part (29) curved towards the inside of the section, with an upper rim (21) parallel to the longitudinal axis (o), whereas the upper element (3) rests by its lateral sides (31, 31'), along longitudinal joints (4, 4'), on the upper rims (21, 21') of the side elements (2, 2'). **characterised in that** each upper element (3) comprises a wall (30) with a double curvature transversal profile comprising a flat central part (33) extended by two extreme parts (34, 34') each with the same radius of curvature as the upper curved part (24, 24') of the matching side element (2, 2'), in order to connect tangentially to the said element, whereas the said double curvature wall (30) is associated with at least one stiffening rib (32) capable of absorbing the stresses resulting from the upper element's own weight (3) and of the load applied by the embankment (12) covering the tubular wall (1) and **in that**

the sizes of the elements are determined so that the total height (h') of the structure does not exceed substantially those of a structure with a rectangular section limiting a same passage gauge (G) and the height (e) of the rib does not exceed those of a plane roadway limiting said gauge, whereas the height of the rib (32) is determined in order to give to the upper element a moment of inertia sufficient to withstand to the stresses on the central part (33) of the upper element (3).

2. A structure under embankment according to claim 1, **characterised in that** the lateral sides (31, 31') of the upper element (3) and the upper rims (21, 21') of the side elements (2, 2') are provided with matching resting parts, respectively recessed and protruding parts, in order to provide two hinged longitudinal joints (4, 4'), whereas the tangential connection of the resting parts of the upper element (3) with the side elements (2, 2') determine the transmission of the resting stresses, at each longitudinal joint, along directions tilted with respect to the horizontal axis, with a horizontal component directed outwards.

3. A structure under embankment according to one of the previous claims, **characterised in that** the longitudinal joint plane between the upper rim of a side element and the lateral side of the upper element resting on the former, passes through a common curvature centre and is tilted substantially at 45° with respect to the horizontal axis.

4. A structure under embankment according to one of the previous claims, capable of providing a rectangular passage gauge (G) of height (H) and width (L), **characterised in that** the sizes of the elements are determined so that, after installation, the longitudinal joints (4, 4') between the elements are located substantially at the upper angles of the passage gauge (G), whereby the stiffening ribs (32) of the upper elements (3) have a lower face placed at a level corresponding substantially to the height (H) of the gauge (G) and the longitudinal joints (4, 4') are spaced by a distance corresponding substantially to the width (L) of the gauge (G).

