

12

**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

21 Numéro de dépôt: **89400312.8**

51 Int. Cl.4: **E 01 D 11/00**  
**E 01 D 21/04**

22 Date de dépôt: **03.02.89**

30 Priorité: **05.02.88 FR 8801342**

43 Date de publication de la demande:  
**23.08.89 Bulletin 89/34**

64 Etats contractants désignés:  
**AT BE CH DE ES FR GB GR IT LI LU NL SE**

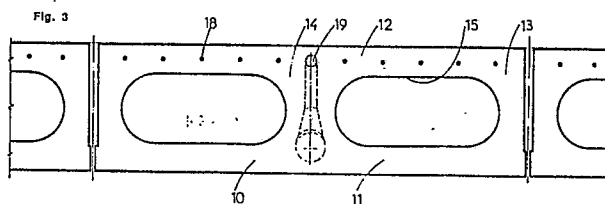
71 Demandeur: **Muller, Jean**  
**13 rue Victor Hugo**  
**F-92150 Suresnes (FR)**

72 Inventeur: **Muller, Jean**  
**13 rue Victor Hugo**  
**F-92150 Suresnes (FR)**

74 Mandataire: **de Boisse, Louis Arnaud et al**  
**CABINET de BOISSE 37, Avenue Franklin D. Roosevelt**  
**F-75008 Paris (FR)**

54 **Pont haubonné et son procédé de construction.**

57 Un pont haubané comprend au moins un tablier en béton (1), formé d'un assemblage d'éléments-caisson (10), préfabriqués au moins en partie, s'étendant transversalement au pont, et formés chacun d'une table supérieure (12) et d'une table inférieure (11) séparées par des vides (15) s'étendant transversalement au tablier, et reliées par des parois latérales (13) et debout (16) et de cloisons intermédiaires longitudinales (14) et transversales (17). Les piles (6) s'étendent de préférence vers le haut jusqu'au tablier (1) et supportent à la fois une partie du tablier et le pylone (5).



## Description

### Pont haubané et son procédé de construction.

La présente invention concerne les ponts à haubans, à tablier en béton, destinés notamment à franchir des portées de l'ordre de 80 à 250 m, et la construction de tels ponts.

Selon l'état actuel de la technique, le tablier de tels ponts haubanés est constitué d'un caisson en béton suspendu à intervalles réguliers par des haubans qui transmettent eux-mêmes la charge à des pylônes situés de part et d'autre de la brèche à franchir.

Les haubans peuvent être situés dans le plan médian de l'ouvrage, entre les voies de circulation. La stabilité du tablier sous l'influence des charges dissymétriques lorsqu'une seule voie de circulation est chargée est alors assurée par la résistance à la torsion du caisson.

Sous une autre forme connue, les haubans sont placés de part et d'autre du tablier dans deux plans verticaux, ou obliques et également inclinés de part et d'autre de l'axe de l'ouvrage pour permettre aux haubans de converger en un point unique sur la tête du pylône.

Dans le cas de cette double suspension latérale, des réalisations récentes sont apparues pour simplifier la construction du tablier et en réduire le coût. Lorsque la portée principale est suffisamment faible (de l'ordre de 100 à 150 m maximum) le tablier est alors constitué d'une simple dalle pleine en béton suspendue le long de ses deux bords latéraux. Les limites d'utilisation de cette solution sont données par l'excessive flexibilité du tablier vis-à-vis du risque de flambement général ou pour l'exploitation de l'ouvrage. En outre, la faible rigidité transversale de la dalle n'assure pas toujours la stabilité de l'ouvrage vis-à-vis du vent de façon satisfaisante.

Pour des portées plus grandes (de 100 à 300 m par exemple), le tablier a été constitué d'une dalle nervurée dans le sens transversal et munie de poutres de rive longitudinales dans lesquelles s'ancrent les haubans.

De tels tabliers sont en principe plus faciles à réaliser que des tabliers en caisson. Ils ne présentent toutefois pas la même rigidité longitudinale à la flexion et surtout leur inertie de torsion est négligeable. Les effets de phénomènes accidentels tels que rafales de vent exceptionnelles, choc d'un véhicule contre un hauban, ont donc sur ces ouvrages des conséquences beaucoup plus graves.

D'un autre côté, les tabliers, qu'ils soient en caissons ou formés d'une dalle nervurée, peuvent être formés d'éléments préfabriqués successifs assemblés les uns aux autres dans le sens longitudinal. Ce mode de construction, moins coûteux, n'affecte pas sensiblement la rigidité et les remarques ci-dessus demeurent valables dans ce cas.

La présente invention a pour objet de pallier les limitations ou insuffisances rappelées ci-dessus, autorisant la réalisation d'ouvrages dont la rigidité soit comparable aux tabliers à caissons, tout en conservant la simplicité de forme et de construction des tabliers en dalle pleine ou nervurée.

Pour obtenir ce résultat, l'invention fournit un pont haubané, comprenant :

- 5 - au moins un tablier formé d'une série d'éléments au moins partiellement préfabriqués, chaque élément s'étendant sur la largeur du tablier et sur une partie de sa longueur,
- 10 - un pylône porté par une pile, et dont le sommet soutient une série de haubans supportant le tablier, qui présente pour particularité que chaque élément présente des évidements intérieurs allongés dans le sens transversal, et a une section verticale transversale à peu près symétrique par rapport à un plan horizontal.

15 Ainsi, la différence principale avec les structures de tabliers classiques réside dans le fait que le pont est constitué d'une série de caissons transversaux accolés, et non plus de caissons longitudinaux ou de dalles planes, simples ou nervurées. Il en résulte, à poids égal, une très grande rigidité du tablier à la torsion.

20 La solidarisation des éléments entre eux pour constituer le tablier est faite par tous moyens classiques, et notamment par des câbles de précontrainte longitudinaux s'étendant sur plusieurs éléments successifs et/ou sur toute la longueur du tablier.

25 Suivant un premier mode de réalisation des éléments, chacun de ceux-ci est un élément préfabriqué d'une seule pièce formé d'une table inférieure et d'une table supérieure qui porte la chaussée, séparées par des vides intérieurs s'étendant sur une grande partie de la dimension transversale de l'élément, les deux tables étant réunies entre elles par des parois et, éventuellement des cloisons longitudinales et transversales.

30 Suivant un autre mode de réalisation des éléments, chacun de ceux-ci comprend une partie préfabriquée constituée d'une table inférieure et des parois ou cloisons verticales transversales et longitudinales, des dalles horizontales reposant sur lesdits parois ou cloisons, et un hourdis supérieur continu le long du tablier, coulé sur les dalles et portant la chaussée.

35 Le premier mode de réalisation procure des gains de temps et de productivité grâce à une préfabrication plus poussée. Le second mode de réalisation permet le remplacement facile du hourdis de chaussée en cas de besoin, ce qui est avantageux notamment dans les pays à climat rigoureux, où il est soumis à l'attaque de produits de déverglaçage.

40 Du fait de la grande rigidité à la torsion du tablier, les efforts correspondants sont transmis à distance, notamment aux culées et aux piles. Il est avantageux de donner aux piles une structure qui les rende aptes à absorber ces efforts. Pour cela, on peut prévoir que la pile portant le pylône s'étend vers le haut jusqu'au tablier et supporte à la fois au moins une partie du tablier et le pylône.

45 Dans le cas où le pont comporte un tablier relativement large ou deux tabliers juxtaposés, on prévoit avantageusement que chaque pile porte la

partie du ou des tabliers qui est la plus proche du plan axial longitudinal du pont et que la partie des tabliers qui est la plus écartée du plan axial longitudinal du pont est supportée par des haubans supplémentaires situés à peu près dans un plan vertical transversal et reliant le tablier à la zone sommitale du pylône.

On constitue ainsi une structure triangulaire constituée par le tablier, le pylône et le hauban supplémentaire. Cette structure est formée dans un plan transversal, et est donc perpendiculaire aux triangles longitudinaux formés par le tablier, le pylône et les haubans classiques.

Suivant une modalité intéressante, un au moins desdits haubans supplémentaires est dévié au sommet du pylône et vient s'accrocher au bord opposé du tablier. La fixation et la mise en tension des haubans supplémentaires se font ainsi au niveau du tablier, ce qui facilite le montage.

Suivant une modalité différente, particulièrement intéressante pour le cas d'un pont de grande largeur à deux tabliers, ceux-ci sont articulés entre eux ou sont rigidement liés entre eux au droit de la pile, et au moins un desdits haubans supplémentaires est dévié au sommet du pylône et vient s'accrocher au bord opposé du même tablier, à proximité du plan axial longitudinal du pont.

Pour renforcer encore la liaison entre le tablier et la poutre, on peut prévoir, de préférence en plus des haubans supplémentaires, des poutres d'étaillage obliques, reliant le bord du tablier le plus écarté de la pile à un point de celle-ci situé plus bas que le tablier.

Les dispositions qu'on vient d'énumérer sont compatibles avec divers types de haubanage de pont, notamment ceux où il y a une seule nappe de haubans dans le plan longitudinal axial du pont, ceux où il y a deux nappes de haubans situées chacune dans un plan oblique contenant le bord extérieur d'un tablier et le sommet du pylône, ou ceux où il y a quatre nappes de haubans, deux situées dans les plans obliques dont on vient de parler et deux autres dans des plans presque verticaux, reliant le sommet du pylône aux parties des tabliers situées à proximité du plan axial longitudinal du pont.

La tête du pylône est d'une complexité croissante avec le nombre de nappes de câbles, en particulier si elle doit supporter les câbles supplémentaires évoqués plus haut, et qui sont dans des plans perpendiculaires à ces nappes.

Suivant une première modalité, la tête du pylône est une pièce métallique qui présente, dans sa partie supérieure, une surface en forme de selle et sur laquelle les haubans de soutien du tablier reposant côte à côte sont déviés pour aller à deux points d'accrochage situés sur le tablier à peu près symétriquement par rapport au pylône, la partie médiane de ladite pièce métallique présentant une cavité qui contient les moyens d'ancrage ou de déviation des haubans supplémentaires.

Suivant une seconde modalité, la tête du pylône comprend pour chaque nappe de câbles, un ensemble de déviation situé dans le plan de cette nappe et comportant au moins une pièce traversée par un nombre de passages de déviation égal au nombre

de haubans, ces passages étant superposés les uns aux autres, et les moyens d'ancrage ou de déviation des haubans supplémentaires étant placés entre les ensembles de déviation.

5 Cette modalité est de construction plus compliquée, mais elle se révèle particulièrement bien adaptée au cas de ponts à quatre nappes de haubans, car elle conduit à une tête de faibles dimensions transversales avec de faibles contraintes en porte-à-faux sur le pylône. En outre, tous les haubans d'une même nappe sont exactement dans le même plan.

10 Il est à noter que les deux structures de tête sont intéressantes même en l'absence de haubans supplémentaires.

15 Un autre point à considérer est celui de l'accrochage des haubans sur les éléments constituant le tablier. Cet accrochage doit, normalement, se faire à travers une paroi latérale de l'élément préfabriqué. Le fait que les haubans ont des inclinaisons différentes les uns des autres fait que, si on prévoit, comme dans la pratique usuelle, un passage traversant l'élément, avec dispositif d'accrochage sur la face inférieure, les éléments préfabriqués qui portent les accrochages seront différents les uns des autres, et en particulier leurs fers d'armature devront être disposés de façons différentes. Cela est de nature à compliquer le travail du chantier de préfabrication et à réduire son rendement.

20 Pour éviter cet inconvénient, on prévoit avantageusement que les moyens pour solidariser un hauban avec un élément du tablier comprennent une plaque, plane dans son ensemble, en appui par une première face contre le tablier, et portant sur la seconde face des moyens pour ancrer le hauban, des moyens pour empêcher un glissement de ladite plaque sur le tablier, et au moins un câble de précontrainte, ou une tige d'ancrage, dirigé à peu près perpendiculairement au plan de ladite plaque, ce câble traversant ladite plaque et étant retenu par butée contre elle, et traversant le tablier pour être en appui contre le côté opposé du tablier.

25 Suivant un premier mode de réalisation, le tablier présente une surface plane d'appui pour la plaque, cette surface plane étant parallèle au hauban et à l'axe longitudinal du pont, avec une partie creuse centrale, la plaque porte, sur sa face en contact avec ladite surface d'appui, un saillant qui pénètre dans ladite partie creuse et qui contient le moyen d'accrochage dudit câble de précontrainte, et le câble de précontrainte pénètre dans le tablier au fond de ladite partie creuse et va s'accrocher sur le bord transversalement opposé du tablier.

30 On conçoit que, selon cette réalisation, les bords des éléments préfabriqués présentent tous des surfaces d'appui parallèles, et faisant avec la verticale le même angle que la nappe de câbles correspondante. On peut donc avoir des éléments préfabriqués tous identiques, l'orientation de la pièce métallique d'ancrage constitue la seule différence d'un élément préfabriqué à un autre, en cas où cette pièce est mise en place à la coulée. On peut également mettre ces pièces en place lors de l'assemblage du pont. On donnera alors à la plaque, ou tout au moins à la saillie de sa face tournée vers le

tablier, une forme de révolution, tronconique par exemple.

Suivant une autre mode de réalisation, avantageux notamment dans le cas d'un pont à deux tabliers très proches l'un de l'autre, la plaque est destinée à être en appui sur une surface horizontale du tablier et porte sur la face opposée au tablier, des ferrures pour accrocher un hauban obliquement par rapport à l'horizontale, et le ou les câbles de précontrainte ou tiges d'ancrage traversent le tablier vers le bas.

Ce mode de réalisation permet de gagner de la place dans le sens transversal, il facilite le montage, le contrôle et les remplacements éventuels. En revanche, les pièces métalliques d'accrochage doivent être individualisées, à moins qu'on n'ait recours à un système à pivot.

La structure de pont conforme à l'invention permet un procédé de construction particulièrement avantageux. Selon ce procédé, on met en place une charpente provisoire fixée sur une partie de tablier déjà construite et soutenue par les haubans, cette charpente avançant en porte-à-faux au-delà de ladite partie déjà construite et étant soutenue par un câble de montage reliant le sommet du pylône à l'extrémité de la charpente provisoire la plus éloignée de la partie déjà construite, et on utilise ladite charpente provisoire pour mettre en place et fixer de nouveaux éléments de tablier, la longueur du câble de montage étant modifiée lorsqu'on déplace la charpente provisoire.

On évite ainsi de soumettre la partie de pont déjà construite à des contraintes anormales.

L'invention va maintenant être exposée de façon plus détaillée à l'aide d'exemples pratiques illustrés avec les figures parmi lesquelles :

Figure 1 est une vue en élévation d'un pont à hauban.

Figure 2 est une coupe transversale d'un ouvrage selon la figure 1, dans sa réalisation la plus simple.

Figure 3 est une coupe longitudinal partielle d'un tablier de pont selon l'invention.

Figure 4 est une coupe longitudinale d'un dispositif d'accrochage de hauban sur le tablier, et

Figure 4a est une coupe transversale du même dispositif selon la ligne AA de la figure 4.

Figure 5 est une coupe transversale d'un tablier montrant deux dispositifs d'accrochage identiques à ceux de la figure 4.

Figure 6 est une coupe transversale au droit du pylône d'une réalisation différente de celle de la figure 2.

Figure 7 est une vue en élévation du pont au voisinage du pylône selon la réalisation de la figure 6.

Figure 8 est une coupe longitudinale partielle d'un tablier suivant un mode de réalisation différent de celui de la figure 3.

Figures 9 à 12 décrivent un dispositif d'accrochage de hauban suivant une réalisation différente de celle des figures 4 et 5, la figure 9 étant une vue en élévation, la figure 10 une coupe transversale, la figure 11 une coupe longitudinale, et la figure 12 une coupe perpendiculaire

à la direction du hauban.

Figure 13 est une vue en élévation transversale de la tête d'un pylône.

Figure 14 est une vue en élévation longitudinale de la même tête.

Les figures 15a et 15b sont respectivement des vues en coupe transversale et en élévation partielle d'un troisième mode de réalisation selon l'invention.

Figure 16 est une coupe transversale partielle des tabliers du pont illustré aux figures 15a et 15b.

Figure 17 représente une variante de la zone centrale des tabliers de la figure 16.

Figures 18 et 19 sont, respectivement, une vue en coupe transversale et une vue en élévation longitudinale d'une réalisation de tête de pylône différente de celle des figures 13 et 14.

Figures 20 et 21 sont des vues schématiques montrant deux phases successives du procédé de construction d'un pont selon l'invention.

La figure 1 montre un pont haubané, comprenant un tablier 1, reposant par ses extrémités sur des piles d'extrémité 2, et soutenu dans sa partie centrale par des haubans 3, qui le relie à la tête 4 de deux pylônes 5, portés par des piles 6, elles-mêmes fondées sur le sol 7.

Il est clair que l'invention n'est pas liée au nombre de piles et pylônes.

La figure 2 montre une coupe transversale d'un pont selon l'invention, suivant sa réalisation la plus simple : le pont comporte un tablier 1, disposé symétriquement par rapport au plan axial transversal XX' de l'ouvrage. Le tablier est soutenu par deux nappes sensiblement verticales de hauban 3 qui relie la tête du pylône au tablier 1 dans sa région la plus proche du plan axial XX'. La pile 6, qui repose sur le sol 7 par une semelle 8, s'étend en hauteur jusqu'au niveau de la partie inférieure du tablier, qu'elle supporte. Elle supporte aussi le pylône 5, qui a une extension transversale moins importante que la pile 6.

Le tablier 1 est formé d'une série de structures transversales creuses, ce qui leur confère une grande rigidité à la flexion. Les efforts de flexion sont supportés essentiellement par les culées, et accessoirement par les piles 6 et les câbles 3.

La figure 3 montre une coupe longitudinale d'un élément 10 de tablier, l'assemblage d'éléments semblables constituant le tablier 1. Il s'agit d'un élément préfabriqué comportant une table inférieure 11 et une table supérieure 12, cette dernière supportant la chaussée. Les tables 11 et 12 sont réunies par des parois transversales 13, ainsi que par une cloison intermédiaire 14. Le nombre des cloisons intermédiaires 14 n'est pas fixe, il peut dépendre des dimensions de l'élément 10. La cloison intermédiaire 14 peut même ne pas exister. Entre les parois 13 et la cloison intermédiaire 14, on voit des vides 15, qui servent à réduire le poids de l'élément et à améliorer l'efficacité de sa section porteuse vis-à-vis des flexions longitudinales de l'ouvrage. On observera que la section du tablier est

symétrique par rapport à un plan horizontal.

Les vides 15 s'étendent transversalement jusqu'aux parois de rive 16 (figure 2), en étant seulement interrompus par une cloison médiane 17 qui renforce la rigidité de l'élément dans le sens longitudinal. La résistance transversale de l'élément est assurée par des armatures 18, qui peuvent être des armatures passives conventionnelles, des armatures de précontrainte adhérentes pré-tendues, ou des armatures de précontrainte post-tendues ayant un tracé adapté aux sollicitations de flexion, ou toutes combinaisons des trois types d'armatures. On a représenté seulement la figure 3 un petit nombre de ces armatures. Les éléments de tablier 10 sont en appui les uns sur les autres, et maintenus par des câbles de précontrainte longitudinaux, non représentés.

Au centre de la figure 3, on voit un câble de précontrainte transversal 19.

Les figures 4, 4a et 5 illustrent le mode de liaison des haubans 3 avec les tabliers 1A et 1B de la figure 2. Une pièce d'accrochage 20 comprend une plaque d'appui 21, qui porte sur sa face supérieure des ferrures 22, 23, soudées sur ladite plaque 21, et orientées obliquement de telle façon que leur âme soit parallèle à la direction du hauban 3. Les ferrures 22, 23 maintiennent le hauban 3 par l'intermédiaire d'une pièce de butée 24, qui coopère avec une tête de serrage 25 du hauban. A sa face inférieure, la plaque 21 porte un saillant tronconique 26, qui pénètre dans une cavité de même forme prévue dans la paroi longitudinale 16 d'un élément de tablier 10.

En outre, la plaque 21 est traversée par des tirants d'ancrage 27, qui sont mis sous précontrainte en prenant appui sur la face inférieure du tablier. Ces tirants sont représentés verticaux, mais peuvent être obliques.

Les efforts transmis par le hauban 3 au tablier peuvent s'analyser comme comprenant une composante verticale, qui est transmise au tablier par l'intermédiaire de la plaque 21 et des tirants 27, et une composante horizontale, qui est transmise au tablier par l'intermédiaire de la plaque 21 et de la saillie 26, qui joue le rôle d'une clé d'ancrage.

La figure 5 montre encore des barrières 28, qui écartent les véhicules des dispositifs d'accrochage. L'espacement entre ces deux barrières 28 détermine l'espace libre pour le pied du pylône comme on peut le voir à la figure 2.

Les figures 6 et 7 sont relatives à un autre mode de réalisation.

Lorsque la largeur du tablier augmente (avec le nombre de voies de circulation à porter), ainsi que la portée principale entre pylônes, les contraintes de torsion dans le tablier deviennent critiques, ainsi que la déformabilité transversale sous le passage de charges dissymétriques (une seule chaussée chargée). Suivant ce deuxième mode de réalisation, la suspension du tablier est assurée par deux nappes de haubans 3 ancrés sur les rives et contenues dans deux plans obliques dont l'intersection est sensiblement au niveau supérieur du pylône 4.

La totalité de la charge du tablier 1 est transmise à la pile 6 et aux fondations par le pylône central 4

dont les formes sont choisies pour présenter une inertie longitudinale maximale au niveau du tablier et une inertie transversale maximale à son sommet.

Les haubans 3 voisins du pylône coopèrent à la résistance de l'ouvrage vis-à-vis des efforts horizontaux. Des haubans particuliers 30 de stabilisation sont en outre prévus à cet effet dans le plan transversal passant par l'axe du pylône. De plus, le tablier est raidi en tant que de besoin dans ce plan par des butons ou des entretoises 31 réunissant les bords du tablier à la pile 6.

La figure 8 est une coupe longitudinale qui montre une variante de la figure 3.

La partie inférieure de chaque élément de tablier 10 constituée de la dalle inférieure 18 et des parois ou cloisons 13 à 16, qui constituent des âmes, est préfabriquée. Après mise en place dans l'ouvrage, on pose des pré-dalles 32 et on coule en place le hourdis supérieur 33 portant la chaussée.

Le procédé permet d'assurer la continuité structurelle du hourdis de chaussée. Dans les climats rigoureux, l'attaque par les produits de déverglaçage peut rendre nécessaire le remplacement de la dalle de chaussée. L'opération est alors particulièrement simple selon les dispositions qu'on vient de décrire. En revanche, la symétrie par rapport au plan horizontal médian est moins rigoureuse que dans le cas de la figure 3.

Les figures 9 à 12 sont relatives à un dispositif d'ancrage des haubans sur les bords extérieurs, ou rives du tablier. On pourrait utiliser, pour ces ancrages, des dispositifs analogues à ceux qui ont été décrits à propos des figures 4 et 5, mais ceux-ci ont l'inconvénient de limiter la largeur de la chaussée. Le dispositif décrit aux figures 9 à 12 évite cet inconvénient, tout en obéissant à un principe analogue. Une pièce d'ancrage 40 comprend une plaque 41, de forme générale circulaire, qui vient en appui sur une surface circulaire 42, prévue lors de la confection des éléments de tablier 10. La surface 42 est oblique par rapport à la verticale et fait avec celle-ci le même angle que la nappe des haubans 3. Sur sa face extérieure, la plaque 41 porte des ferrures 43, disposées perpendiculairement à la plaque 41 et qui portent le système d'accrochage 44 et de mise en tension du hauban 3. Sur sa face inférieure, la plaque 41 porte un saillant tronconique 45, qui pénètre dans une cavité correspondante de l'élément de palier. Dans la saillie 45 est logée le moyen d'accrochage 46 d'un câble de précontrainte 47, visible également à la figure 8. Le câble 47, qui prend appui sur la paroi longitudinale extérieure 16 qui forme la rive du tablier, traverse celle-ci puis pénètre dans la dalle inférieure 11, et se raccorde, du côté opposé du tablier, à une autre pièce d'accrochage 40, ou à un moyen d'appui quelconque sur le bord opposé de l'élément. Il contribue donc, non seulement au maintien en place de la pièce d'accrochage 40 contre l'élément de tablier 10, mais aussi à la raideur transversale de cet élément. On observera qu'il est orienté suivant une transversale horizontale sur la plus grande partie de son trajet, et relativement peu oblique à ses extrémités. Il peut donc facilement être logé entre les fers d'armature de l'élément 10. Les éléments préfabriqués 10 sont

identiques entre-eux, et la pièce 40 est orientée au moment du coulage suivant la direction du hauban correspondant. On notera que le remplacement éventuel d'une pièce 40 est particulièrement facile.

On notera également que la même pièce peut être utilisée pour l'accrochage des haubans particuliers 30 de stabilisation du pylône. En effet, ces haubans sont sensiblement dans le même plan oblique que la nappe de haubans principale.

Les figures 13 et 14 montrent le détail de la tête 4 du pylône 5.

Les haubans contenus dans les deux nappes latérales sont disposés de manière symétrique par rapport au plan moyen de l'ouvrage.

Chaque hauban 3 est en fait continu entre la travée centrale et la travée de rive, le changement de direction au droit du pylône s'opérant sur une selle métallique 50 permettant le classement des haubans 3 à côté les uns des autres.

Les haubans particuliers 30 de stabilisation du pylône sont ancrés au sommet de celui-ci par des moyens connus 51, logés dans une niche 52 placée au-dessous de la selle 50. On pourrait également prévoir une selle spéciale pour ces haubans particuliers.

Les figures 15a et 15b et 16 sont relatives à un troisième mode de réalisation de l'invention.

Lorsque le nombre de voies de circulation à porter augmente (par exemple au delà de chaussées de 12 m de largeur chacune) la dimension et le poids des éléments préfabriqués deviennent trop importants et il est plus simple de construire deux tabliers séparés 1C et 1D.

Chaque tablier est suspendu à l'extérieur à une série de haubans obliques 3X et au centre à une série de haubans verticaux 3Y. A des intervalles réguliers, des bielles articulées 60 réunissent les tabliers dans le sens horizontal pour équilibrer la composante horizontale des efforts dans les haubans des deux nappes de rive. Ces bielles autorisent des déplacements relatifs verticaux des tabliers, mais non leur rapprochement.

Suivant une variante de réalisation illustrée à la figure 17, on peut solidariser les deux tabliers au droit du terre-plein central par un bétonnage 61 pour constituer un tablier unique.

La disposition décrite aux figures 15 à 16, avec ses quatre nappes de haubans, présente une difficulté en ce qui concerne la tête du pylône. En effet, loger côte à côte les haubans des quatre nappes conduit à une largeur très importante, dans le sens transversal, de cette tête. Dans ce cas, il a été mis au point une structure différente de tête de pylône illustrée aux figures 18 et 19. Des pièces métalliques 70 à 73, ayant chacune la forme d'une barre percée d'une série de trous successifs, sont montées sur une charpente 74, pour former une sorte d'éventail conique, divergent vers le haut, en appui sur le sommet du pylône 5. Les câbles 3X d'une nappe oblique passent successivement à travers un trou de chacune des pièces 70 à 73, ces trous dessinent une ligne brisée correspondant à la déviation désirée du câble. L'inclinaison de ces pièces par rapport à la verticale est telle qu'elles sont contenues dans le plan de la nappe des

haubans 3X.

Une deuxième série de pièces 70 à 73 est disposée pour soutenir de la même manière des haubans 3X de la nappe oblique symétrique. D'autres pièces similaires, dont une seule 75 est représentée, sont disposées dans un plan à peu près vertical longitudinal pour recevoir les haubans 3Y des nappes centrales.

Comme on le voit, contrairement à la disposition des figures 13 et 14, les haubans sont supportés les uns au-dessus des autres, et non pas côte à côte. La tête du pylône présente ainsi des dimensions transversales très réduites, on observera cependant que les moyens d'accrochage 51 des haubans particuliers 30 de stabilisation y trouvent place sans difficulté.

Les figures 20 et 21 illustrent une partie de la construction du tablier.

Après construction de la pile et du pylône, on procède à la construction du tablier par encorbellements successifs symétriquement par rapport au pylône.

Pour limiter le poids des éléments préfabriqués 10, la distance entre haubans est subdivisée en deux ou trois éléments 10. Une charpente 80 ancrée à l'arrière dans le tablier déjà construit porte un treuil de levage 81 qui permet de mettre en place chacun des éléments préfabriqués et de l'immobiliser provisoirement. En raison de la souplesse relative du tablier, l'application du poids de ces éléments préfabriqués avant mise en oeuvre du hauban 3 suivant risque de créer des contraintes provisoires importantes. On pallie cette situation en suspendant la partie avant de la poutre de montage au pylône principal par l'intermédiaire d'un câble de montage 82 de longueur progressivement croissante.

Après mise en place et réglage des éléments préfabriqués suspendus à la charpente de montage 80, on coule les joints entre éléments 10, on met en oeuvre la précontrainte longitudinale d'assemblage et on met en place le hauban permanent suivant avant de reprendre un nouveau cycle d'opérations.

La figure 21 montre un élément de tablier 10 en train de monter, flèche 83, pour être mis en place.

La figure 22 montre la situation après mise en place de cet élément. Après coulage des joints entre éléments et mise en place de la précontrainte et des nouveaux haubans 3A, on détend le câble de montage 82 pour faire avancer la charpente 80 selon la flèche 84.

## Revendications

1. Pont haubané, comprenant:

- au moins un tablier (1) formé d'une série d'éléments creux (10) au moins partiellement préfabriqués, chaque élément s'étendant sur la largeur du tablier et sur une partie de sa longueur,
- au moins un pylône (5) porté par une pile (6), et dont la sommet (4) soutient une série de haubans (3) supportant le tablier, caractérisé en ce que les éléments (10) forment des caissons transversaux et chaque élément

(10) présente des évidements intérieurs (15) allongés dans le sens transversal, et a une section verticale transversale à peu près symétrique par rapport à un plan horizontal.

2. Pont selon la revendication 1, caractérisé en ce que chaque élément est un élément préfabriqué d'une seule pièce formé d'une table inférieure (11) et d'une table supérieure (12) qui porte la chaussée, séparées par des vides intérieurs (15) s'étendant sur une grande partie de la dimension transversale de l'élément, les tables étant réunies par des parois (16), et éventuellement des cloisons (17), longitudinales et des parois (13) et, éventuellement des cloisons (14), transversales.

3. Pont selon la revendication 1, caractérisé en ce que chaque élément comprend une partie préfabriquée constituée d'une table inférieure (11) et des parois ou cloisons verticales transversales (13, 14) et longitudinales (16, 17), des dalles horizontales (32) reposant sur lesdites parois ou cloisons, et un hourdis supérieur (33) continu le long du tablier étant coulé sur les dalles et portant la chaussée.

4. Pont selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que la pile (6) portant le pylône s'étend vers le haut jusqu'au tablier (1) et supporte à la fois au moins une partie du tablier (1) et le pylône (5).

5. Pont selon la revendication 4, caractérisé en ce que chaque pile (6) porte la partie du tablier qui est la plus proche du plan axial longitudinal du pont et en ce que la partie du tablier qui est la plus écartée du du plan (XX') axial longitudinal du pont est supportée par des haubans supplémentaires (30) situés à peu près dans un plan vertical transversal et reliant le tablier (1) à la zone sommitale (4) du pylône.

6. Pont selon la revendication 5, caractérisé en ce qu'au moins un desdits haubans supplémentaires (30) est dévié au sommet du pylône et vient s'accrocher au bord opposé du tablier.

7. Pont selon la revendication 5 et comportant deux tabliers juxtaposés, caractérisé en ce que les deux tabliers sont articulés par l'intermédiaire de bielles transversales (60) à peu près horizontales, autorisant des déplacements relatifs verticaux des tabliers, mais non leur rapprochement.

8. Pont selon la revendication 7, caractérisé en ce qu'au moins un desdits haubans supplémentaires (30) est dévié au sommet du pylône et vient s'accrocher au bord opposé du même tablier.

9. Pont selon la revendication 5 et comportant deux tabliers juxtaposés, caractérisé en ce que les deux tabliers sont rigidement liés entre eux pour réagir comme un tablier unique.

10. Pont selon l'une des revendications 4 à 9, caractérisé en ce qu'il est prévu des poutres d'étagage obliques (31), reliant le bord du tablier le plus écarté de la pile à un point de celle-ci situé plus bas que le tablier.

11. Pont selon l'une des revendications 1 à 10, caractérisé en ce que la tête d'un pylône est

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

une pièce métallique présentant, dans sa partie supérieure, une surface en forme de selle (50) et sur laquelle les haubans (3) de soutien du tablier reposant côte à côte sont déviés pour aller à deux points d'accrochage situés sur le tablier à peu près symétriquement par rapport au pylône, la partie médiane de ladite pièce métallique présentant une cavité (52) qui contient les moyens d'ancrage (51) ou de déviation des haubans supplémentaires (3).

12. Pont selon l'une des revendications 1 à 11, caractérisé en ce que la tête du pylône comprend pour chaque nappe de câbles, un ensemble de déviation situé dans le plan de cette nappe et comportant au moins une pièce (70) traversée par un nombre de passages de déviation égal au nombre de haubans, ces passages étant superposés les uns aux autres, et les moyens d'ancrage (51) ou de déviation des haubans supplémentaires (30) étant placés entre les ensembles de déviation.

13. Pont selon l'une des revendications 1 à 12, caractérisé en ce que les moyens pour solidariser un hauban avec un élément du tablier comprennent une plaque (21, 41), plane dans son ensemble, en appui par une première face contre le tablier, et portant sur la seconde face des moyens (22 à 25, 43 à 46) pour retenir le hauban (3), des moyens (26, 45) pour empêcher un glissement de ladite plaque sur le tablier, et au moins un câble de précontrainte (19), ou une tige d'ancrage (27), dirigé à peu près perpendiculairement au plan de ladite plaque, ce câble traversant ladite plaque et étant retenu par butée contre elle, et traversant le tablier pour être en appui contre le côté opposé du tablier.

14. Pont selon la revendication 13, caractérisé en ce que le tablier présente une surface plane (41) d'appui pour la plaque, cette surface plane étant parallèle au hauban (3) et à l'axe longitudinal du pont, avec une partie creuse centrale, en ce que la plaque porte, sur sa face en contact avec ladite surface d'appui, un saillant (45) qui pénètre dans ladite partie creuse et qui contient le moyen d'accrochage (46) dudit câble de précontrainte (19), et en ce que le câble de précontrainte pénètre dans le tablier au fond de ladite partie creuse et va s'accrocher sur le bord transversalement opposé du tablier.

15. Pont selon la revendication 13, caractérisé en ce que la plaque (21) est destinée à être en appui sur une surface horizontale du tablier et porte sur la face opposée au tablier des ferrures (22, 23) pour accrocher un hauban obliquement par rapport à l'horizontale et en ce que le ou les câbles de précontrainte ou tiges d'ancrage (27) traversent le tablier vers le bas.

16. Procédé de construction d'un pont selon l'une des revendications 1 à 15, caractérisé en ce qu'on met en place une charpente provisoire (80) fixée sur une partie de tablier (1) déjà construite et soutenue par les haubans, cette charpente avançant en porte-à-faux au-delà de ladite partie déjà construite et étant soutenue par un câble de montage (82) reliant le sommet

du pylône à l'extrémité de la charpente provisoire la plus éloignée de la partie déjà construite, et on utilise ladite charpente provisoire pour mettre en place et fixer de nouveaux éléments de tablier, la longueur du câble de montage étant modifiée lorsqu'on déplace la charpente provisoire.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

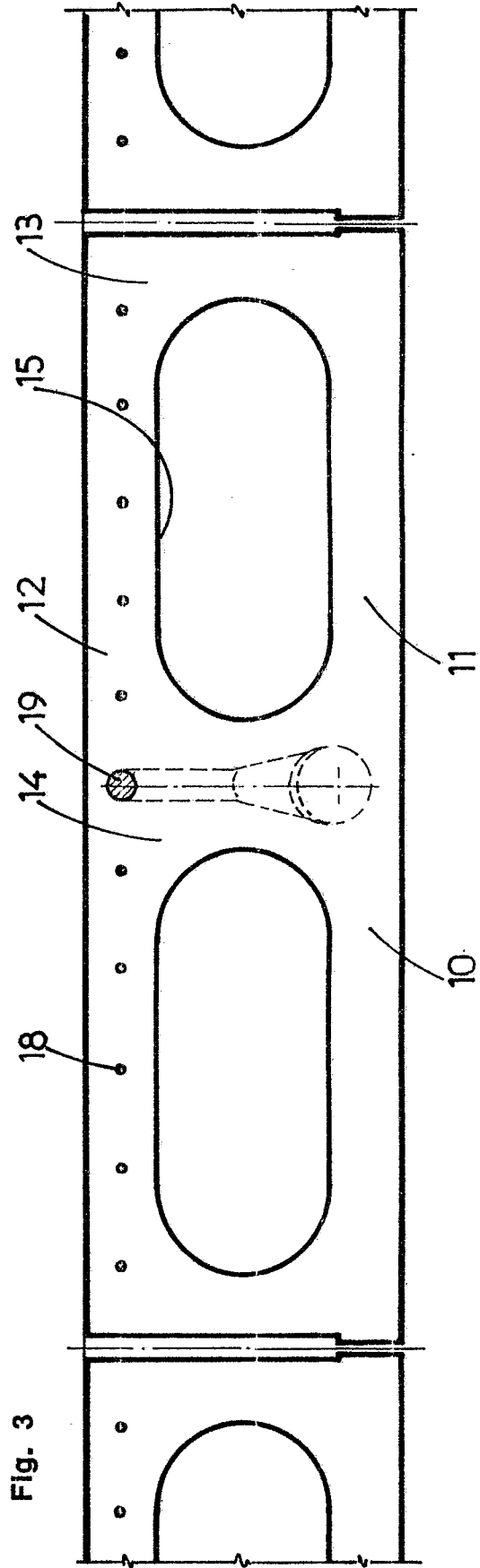
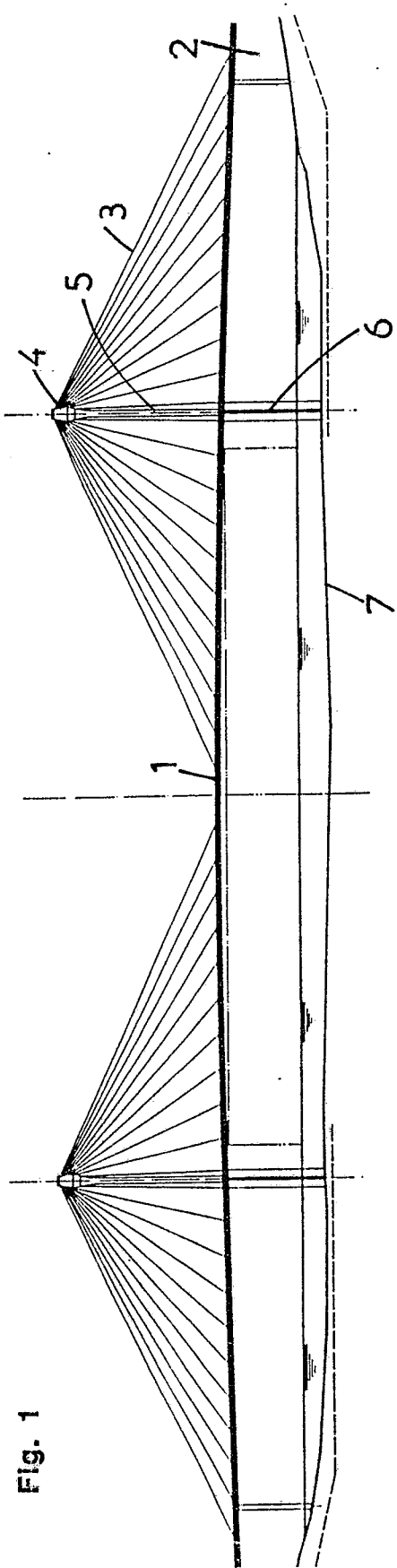
50

55

60

65

8



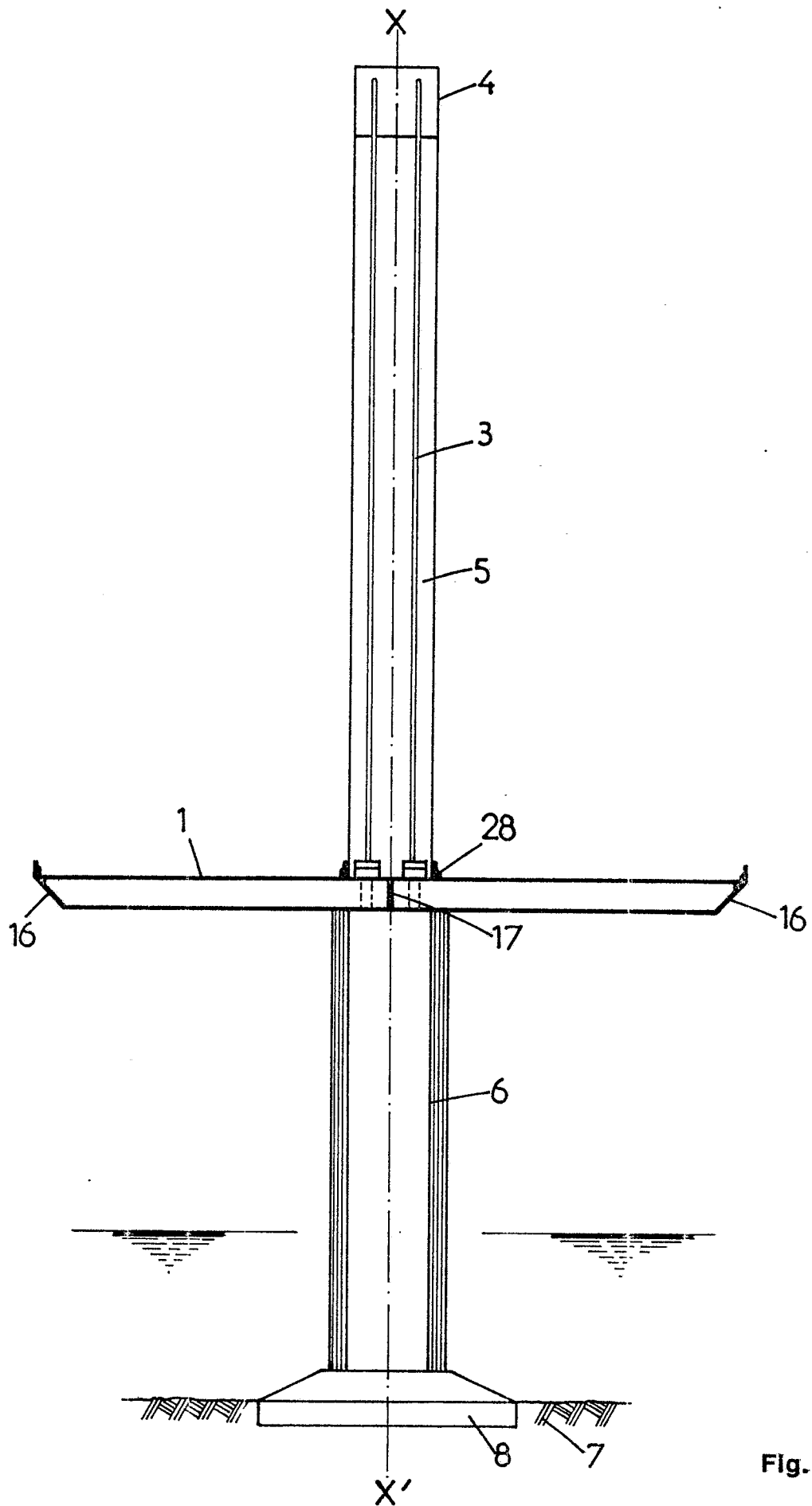


Fig. 2

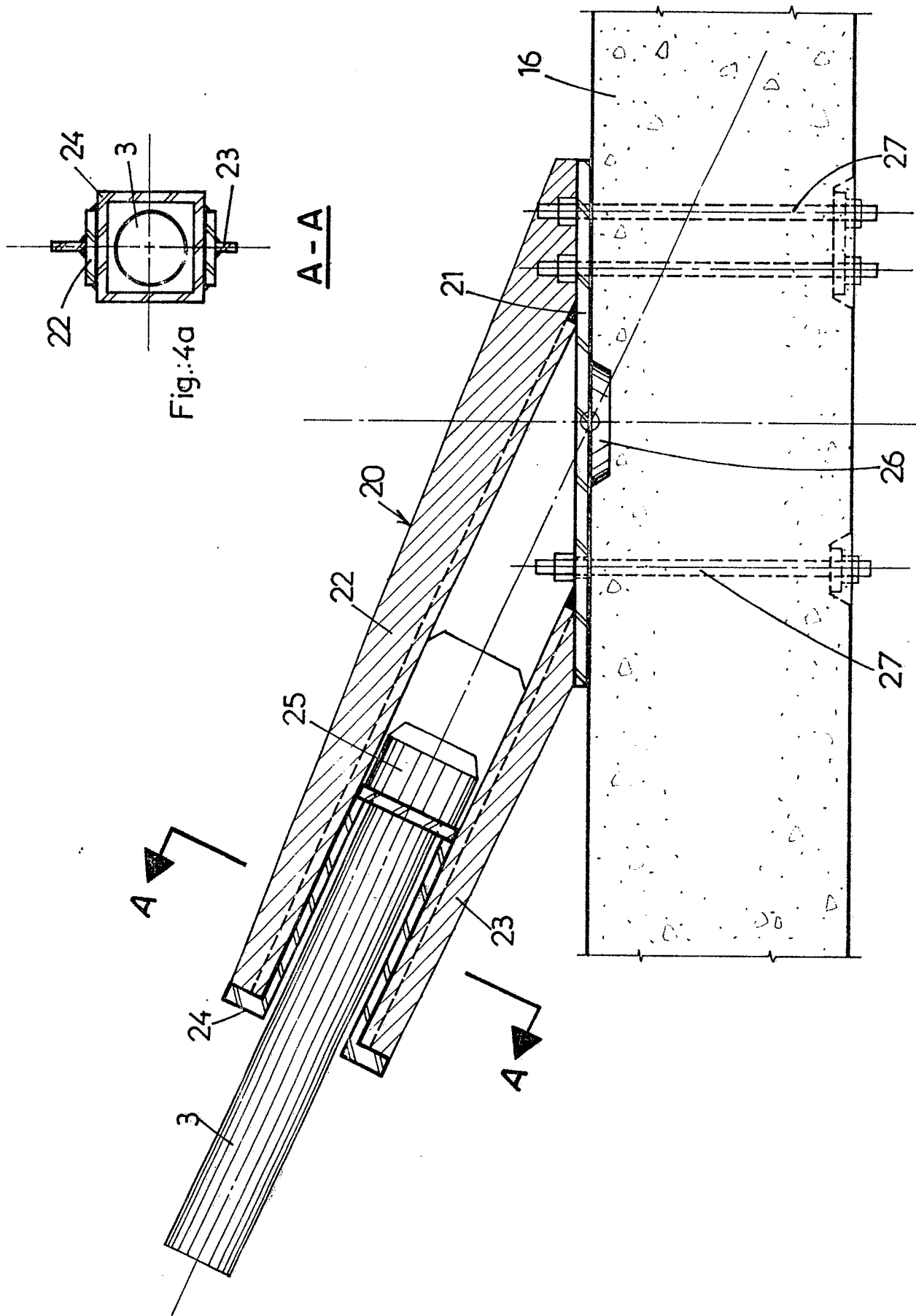


Fig. 4

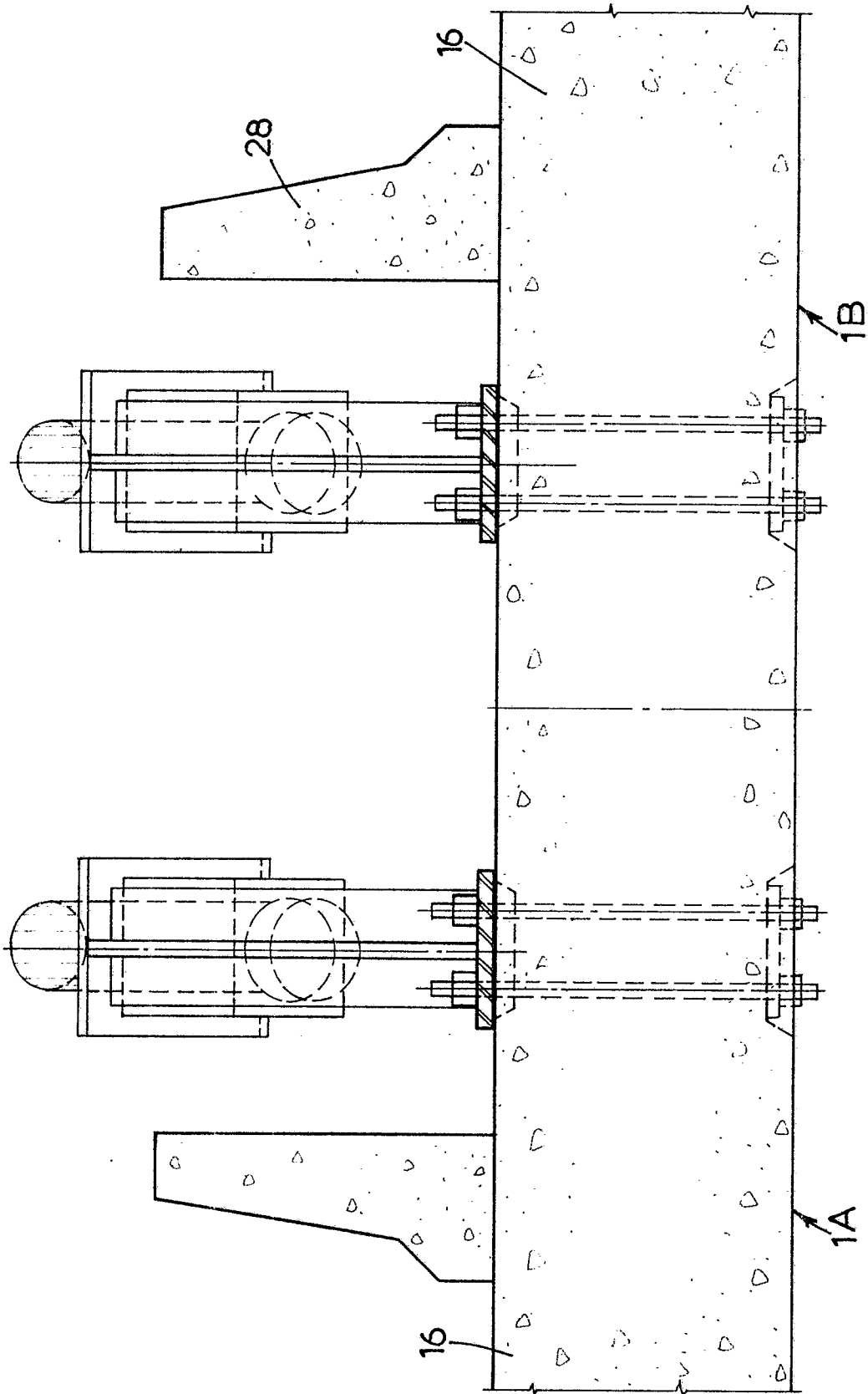


Fig. 5

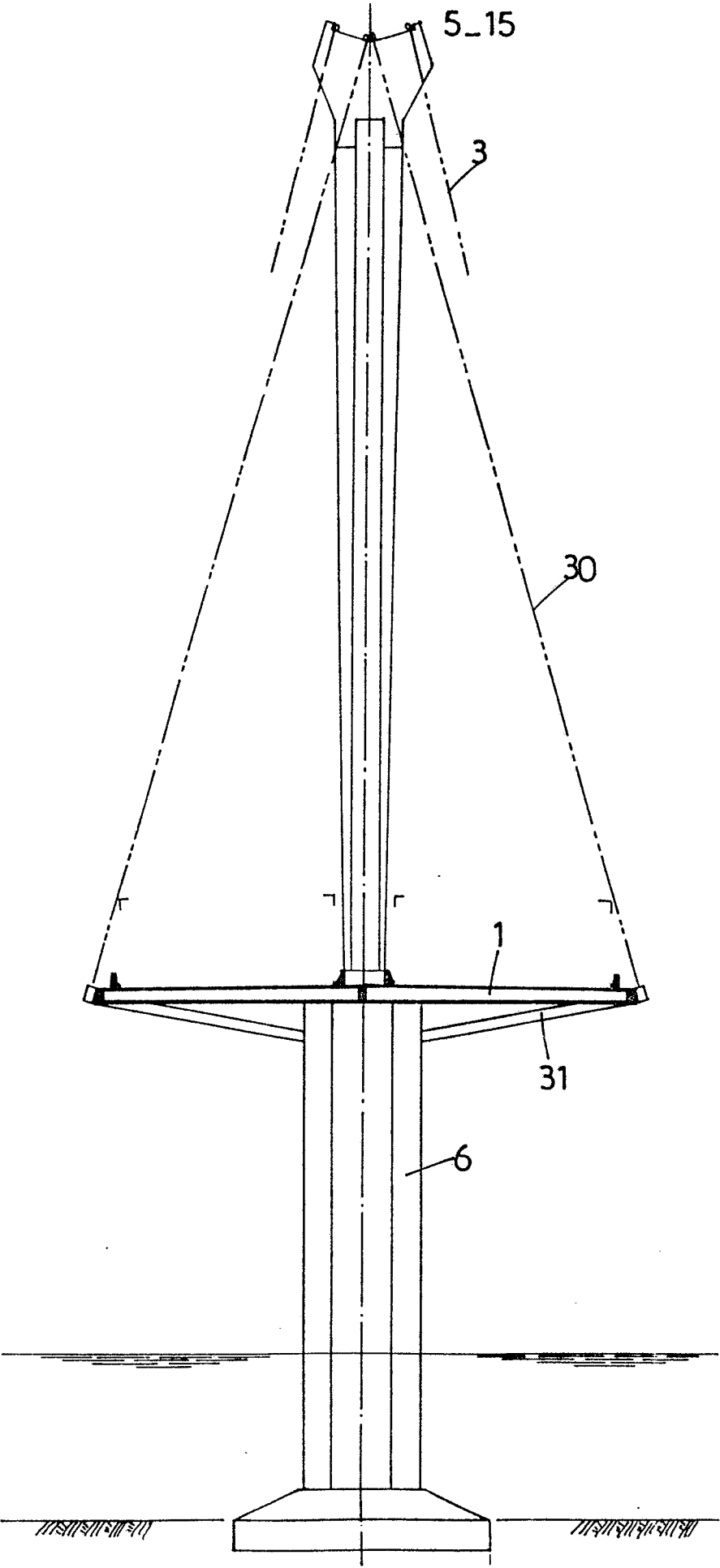


Fig. 6

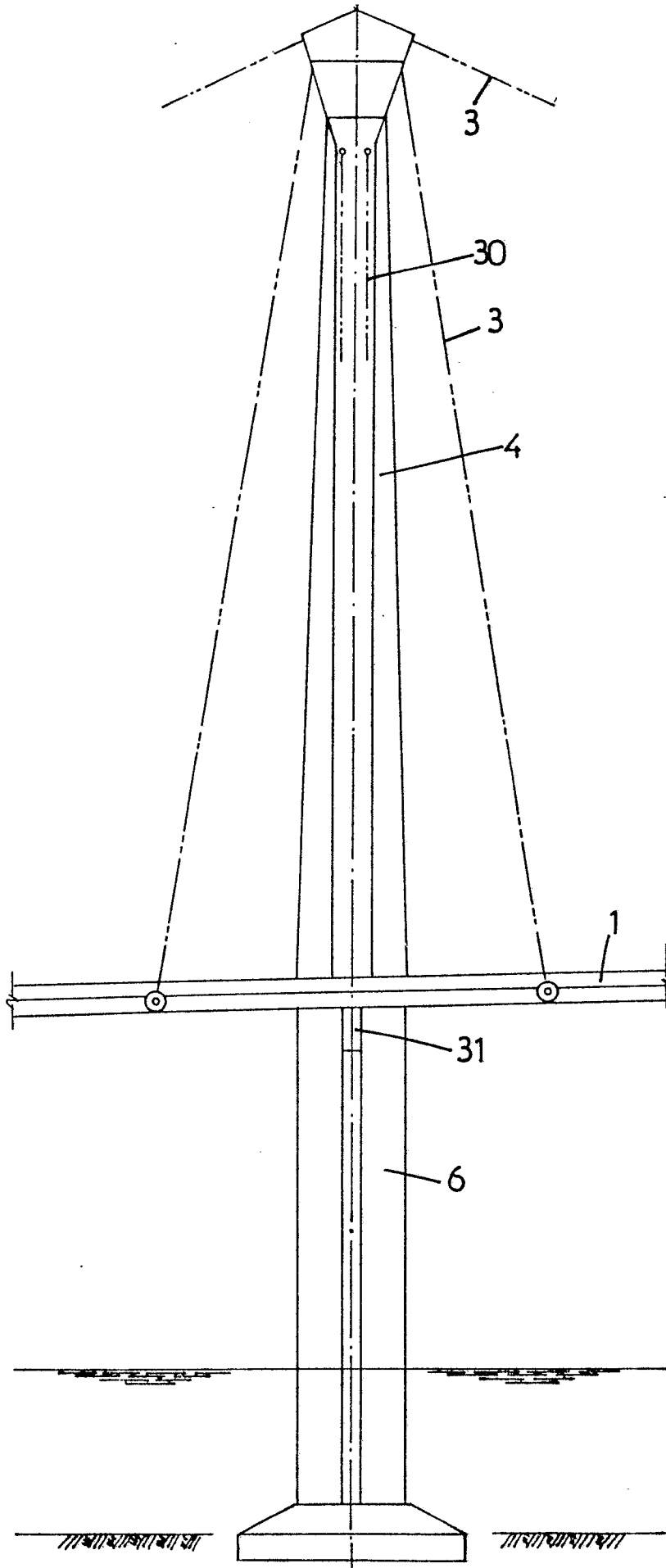


Fig. 7

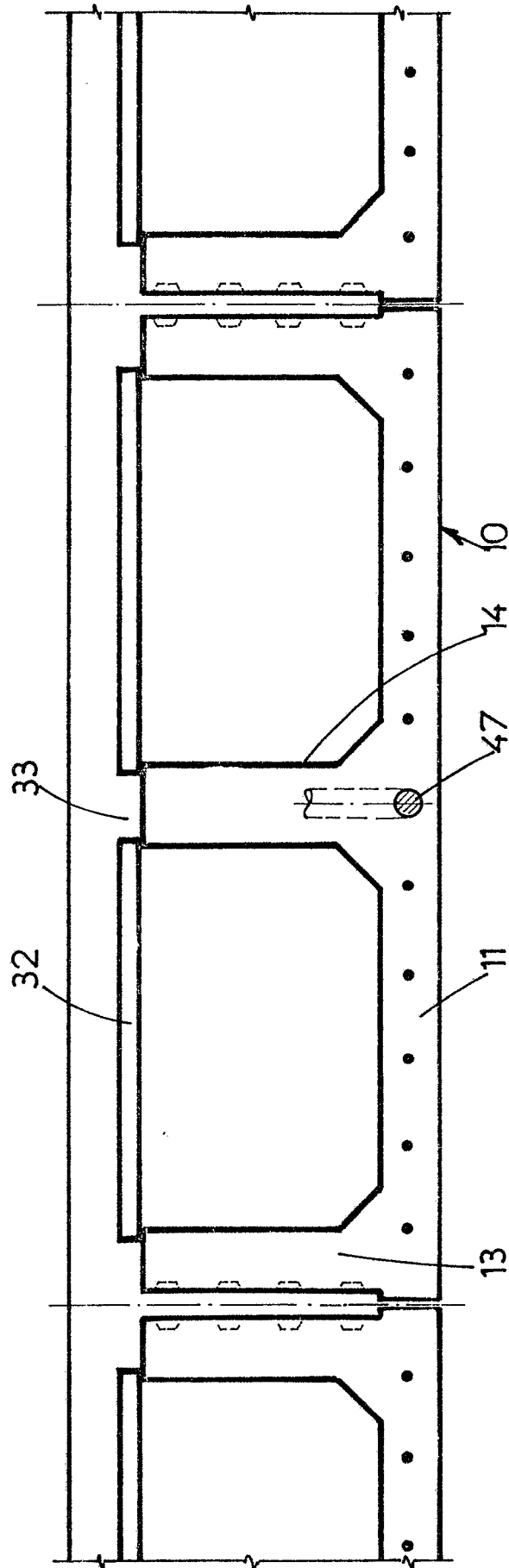


Fig. 8

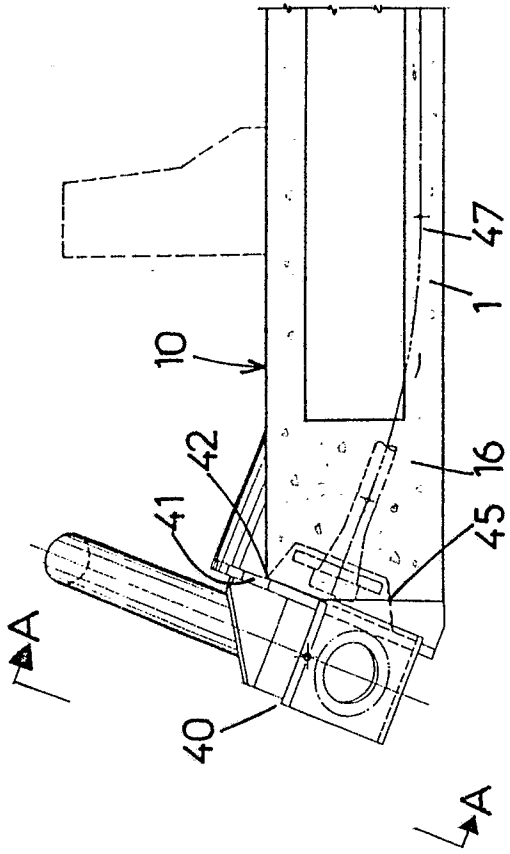


Fig. 10

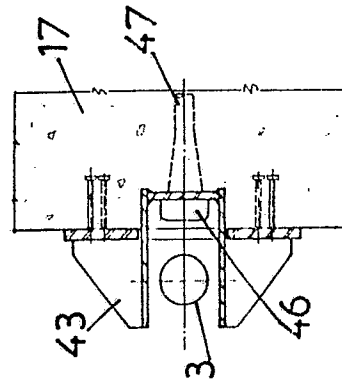


Fig. 12

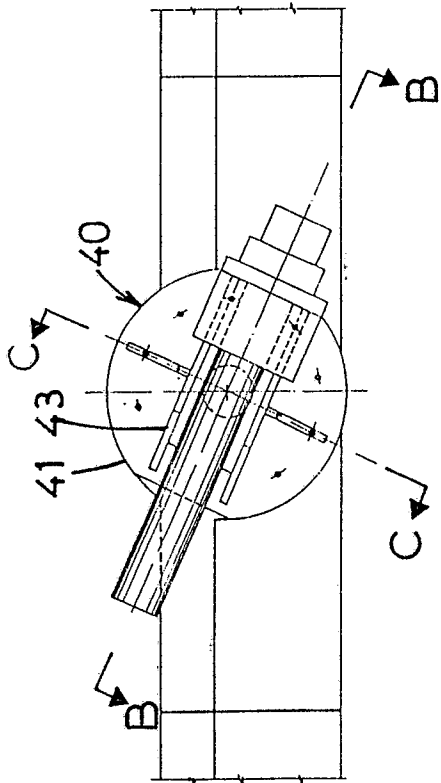


Fig. 9

A-A

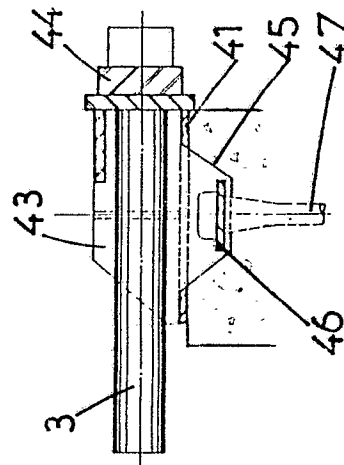


Fig. 11

B-B



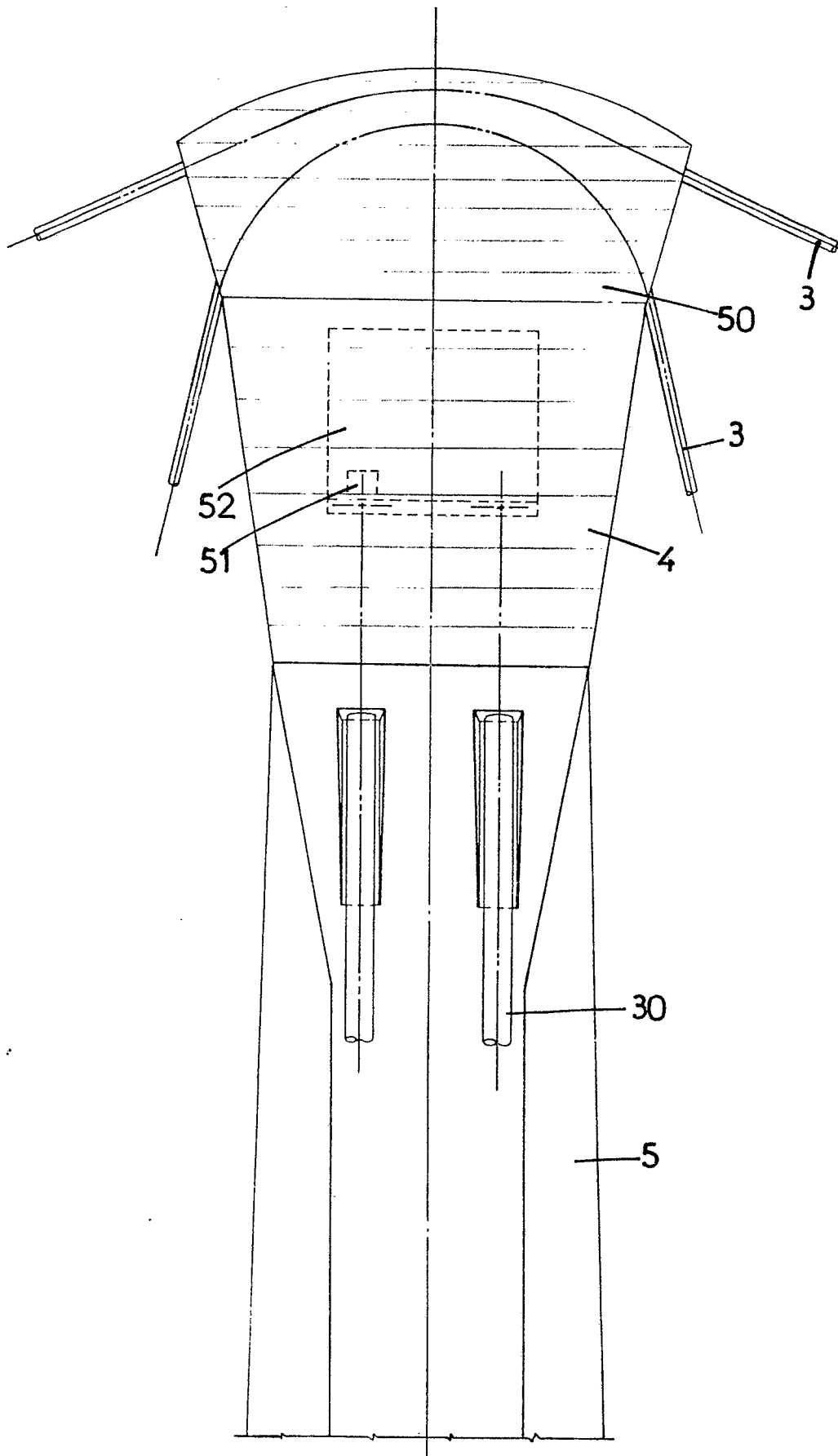


Fig. 14

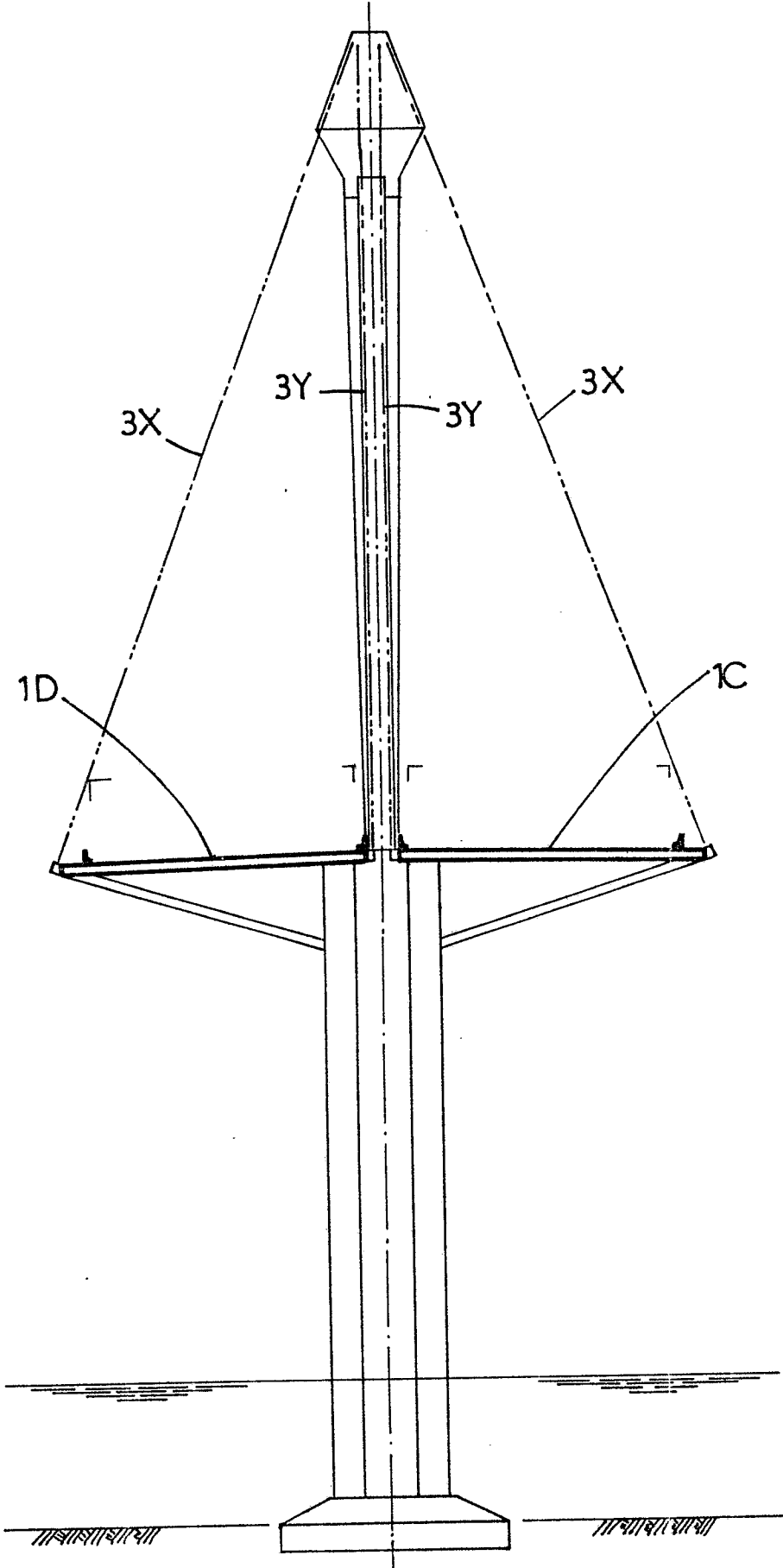


Fig. 15a

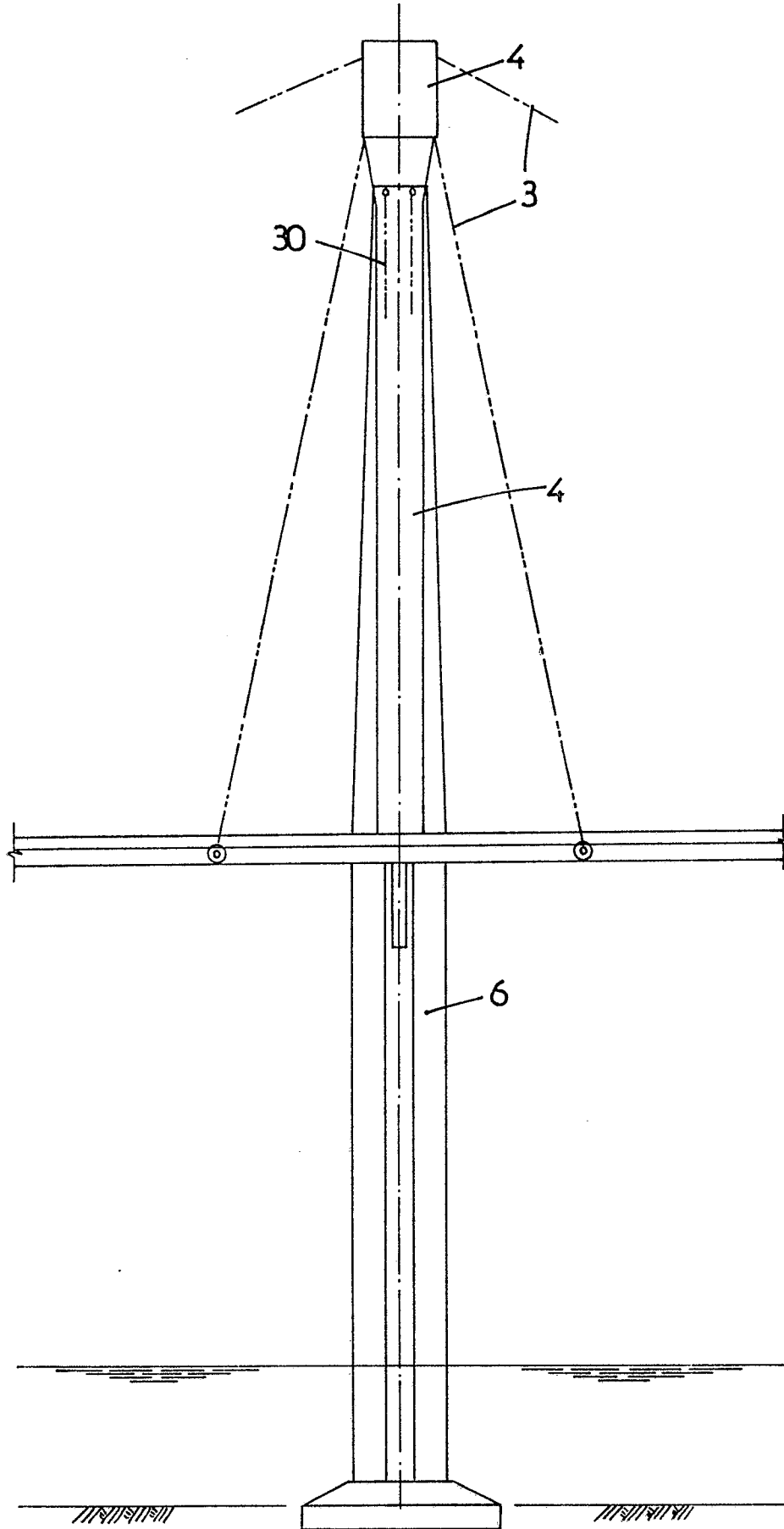


Fig. 15b

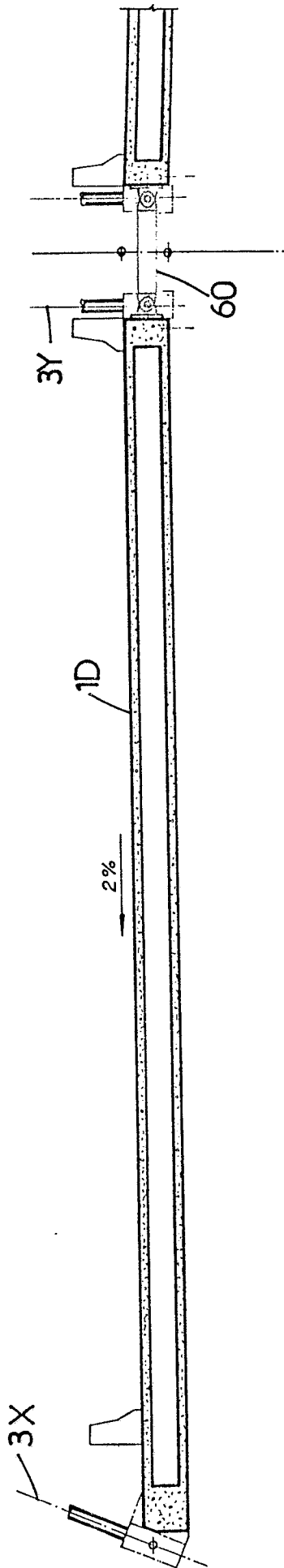


Fig. 16

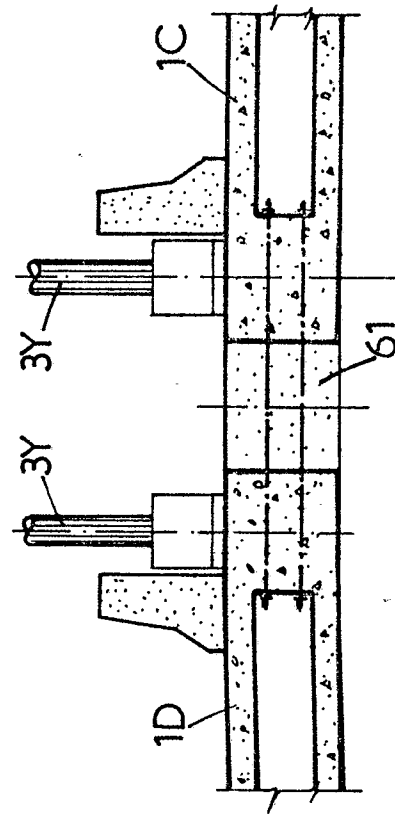


Fig. 17

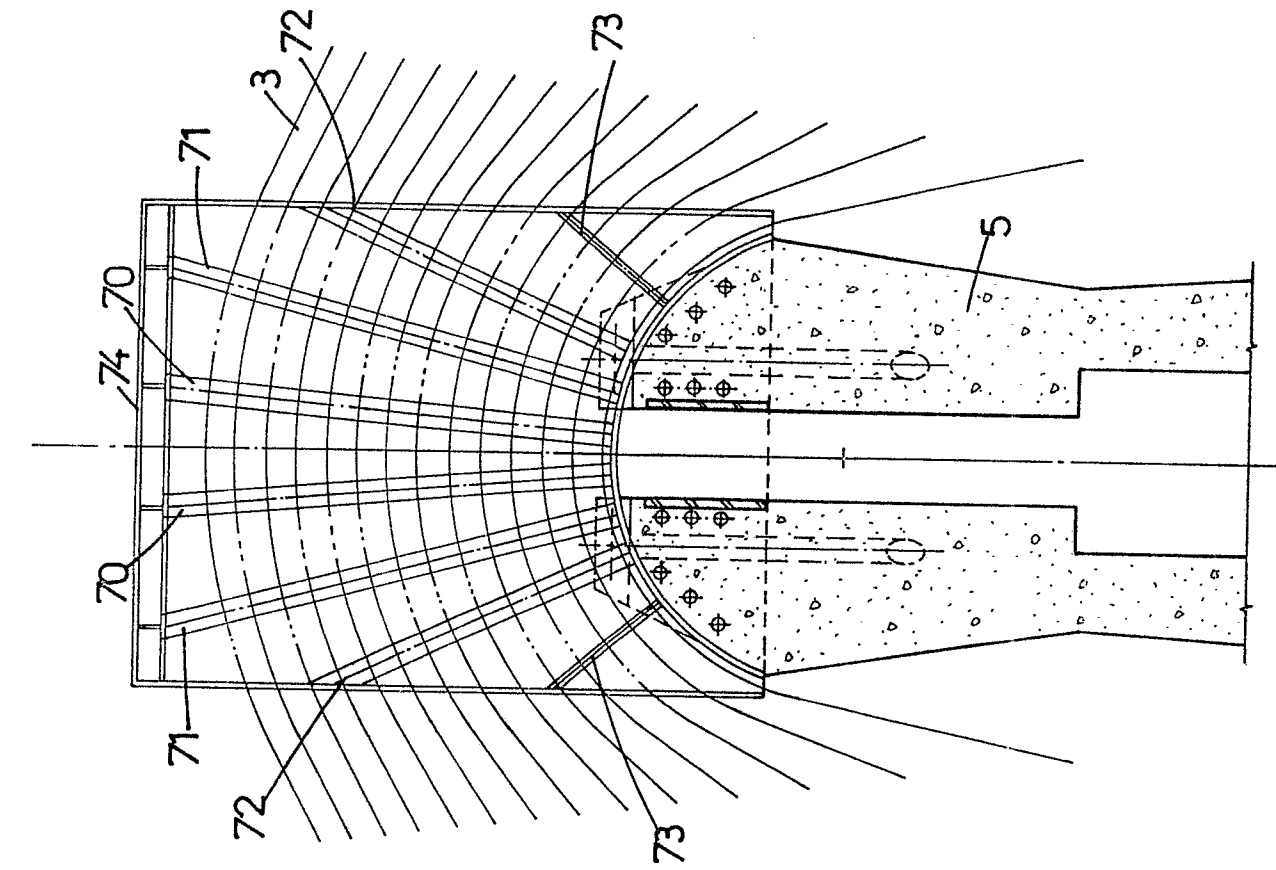


Fig. 18

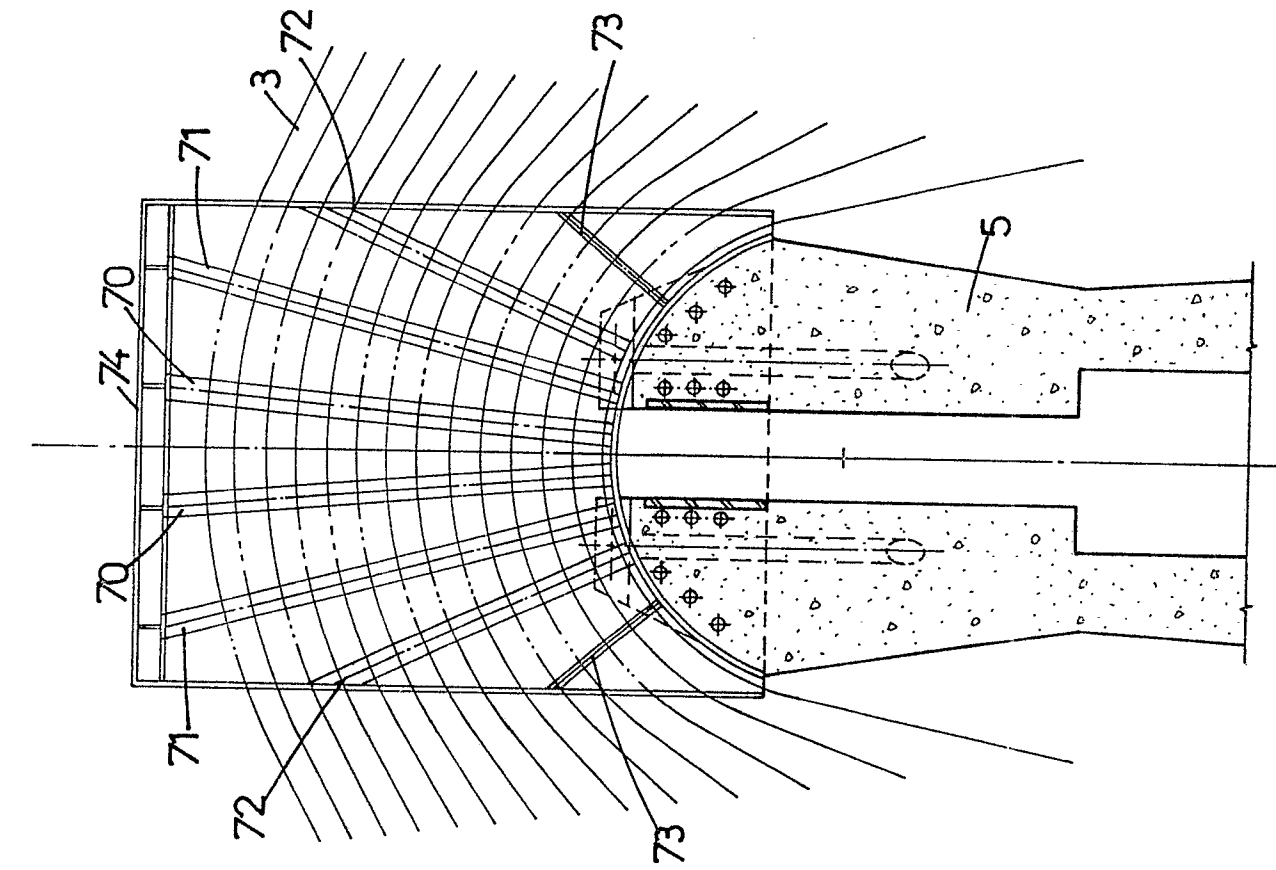
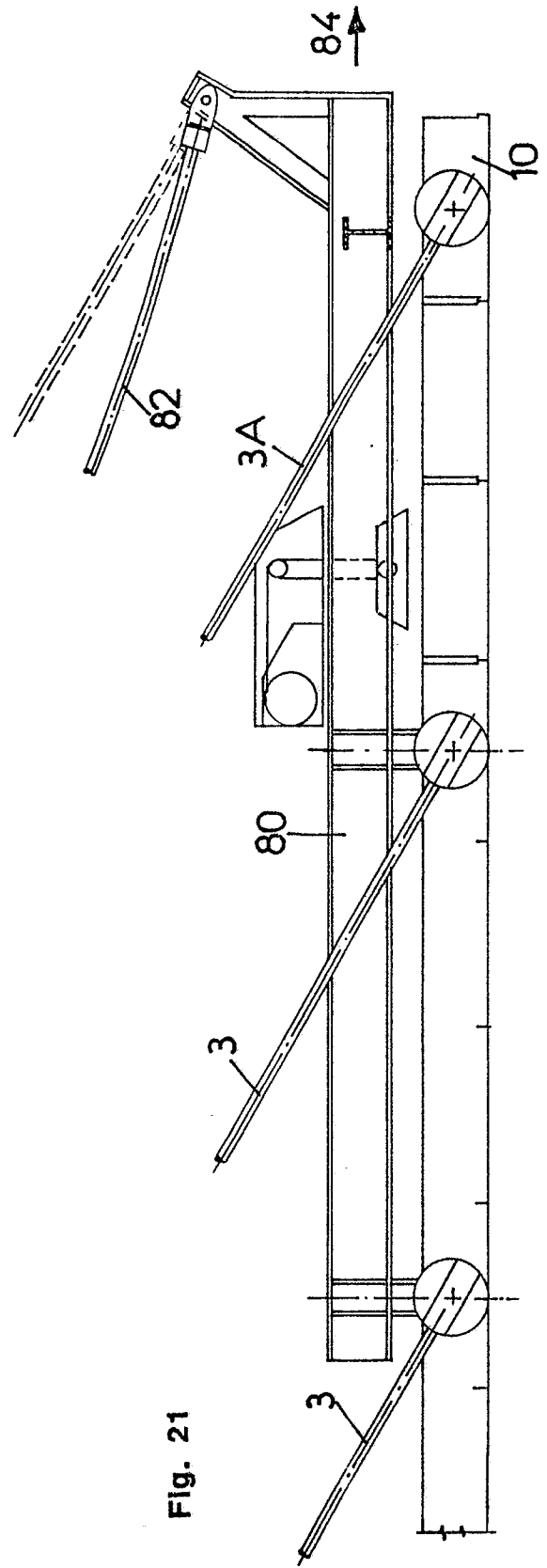
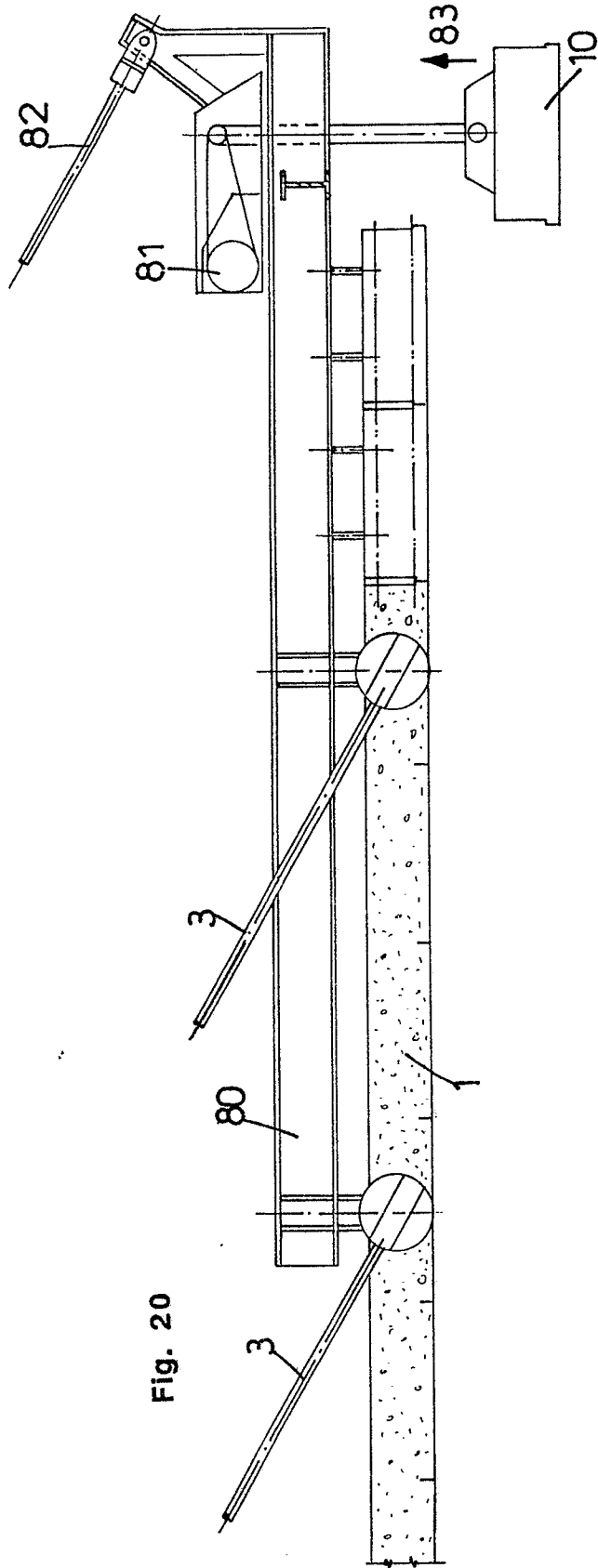


Fig. 19





DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.4)
Y	FR-A-2 111 558 (COMBINATIE WESTERSCHELDE) * Page 1, lignes 1-10; page 2, lignes 11-22; page 3, lignes 7-27; page 5, lignes 9-17; page 7, lignes 11,20-27; page 8, lignes 13-18; page 9, lignes 12-14; page 10, lignes 1-3,6,21,22; page 11, lignes 1,8-17,19-28; figures 11,14,16 *	1,2	E 01 D 11/00 E 01 D 21/04
Y	GB-A-2 109 040 (DYCKERHOFF AND WIDMANN) * Page 1, lignes 5-9,115-118; page 2, lignes 29-32,115-122,128-130; page 3, lignes 1-3,6-9; figures 1,4,5 *	1,2	
A	---	14	
P,Y L	US-A-4 742 591 (MULLER) * Colonne 2, lignes 58-68; colonne 3, lignes 1-9,14-16,27-33,46-52; colonne 4, lignes 1-6,33-36; figures 1-5,7; (Brevet du déposant demandé antérieurement à la date de priorité revendiquée) *	1,2	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.4)
A	---	3,4	E 01 D
A	BETON- UND STAHLBETONBAU, vol. 75, no. 2, février 1980, pages 29-36, Berlin, DE; F. LEONHARDT et al.: "Die Spannbeton-Schrägbelbrücke über den Columbia zwischen Pasco und Kennewick im Staat Washington, USA" * Page 28, colonne de gauche, lignes 2,3,5; page 31, colonne de gauche, lignes 3-7,18,19; figures 4-6 *	1,2	
	---	-/-	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 09-05-1989	Examineur SCHUMAN R.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ..... & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			



DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.4)
A	CF-A-2 145 335 (SCHUPACK) * Page 2, lignes 10-13; page 3, ligne 28 - page 4, ligne 1; page 5, lignes 14-17; page 6, lignes 21-24; page 9, lignes 12,13; page 10, lignes 19-21; figures 1-3,8 *	1	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.4)
A	CIVIL ENGINEERING, vol. 56, no. 11, novembre 1986, pages 32-35, New York, US; A.M. GARCIA et al.: "Sunshine skyway nears completion" * Page 32, colonne de droite, lignes 17-27; page 33, lignes 51-55: "Illustration"; page 34: "Illustrations"; figure 2: "Main Span"; page 35, colonne de gauche, lignes 57-59, colonne du milieu, lignes 4-7 *	2,4	
A	DE-B-1 192 684 (BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND, BUNDESMINISTER FÜR VERKEHR) * Colonne 1, lignes 1-8; colonne 2, lignes 19-22; colonne 3, lignes 8-14,25-28,30-33; figures 1,3,4 *	4,5	
A	DE-B-1 275 082 (RHEINSTAHL UNION BRÜCKENBAU) * Colonne 1, lignes 1-3,20-23,25-31; colonne 3, lignes 22-32; figures 1,3 *	4,5	
A	DE-A-1 409 056 (RHEINSTAHL UNION BRÜCKENBAU) * Page 1, lignes 1-8,16-23; page 2, lignes 1-4,15-18,27-29; page 3, lignes 1-8,15-21,24-32; figures 1-3 *	4,5,9,10	
--- -/-			
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 09-05-1989	Examineur SCHUMAN R.
<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 : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ..... & : membre de la même famille, document correspondant	



DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. Cl.4)
A	EP-A-0 057 052 (RICHARDSON) * Page 1, lignes 4-12; page 1, ligne 33 - page 2, ligne 6; page 4, lignes 6-8 * ---	9	
A	US-A-3 953 980 (BENNETT) * Figures 1,2,4,5 * ---	13,14	
A	BETON- UND STAHLBETONBAU, vol. 75, no. 4, avril 1980, pages 90-94, Berlin, DE; F. LEONHARDT et al.: "Die Spannbeton-Schrägbelbrücke über den Columbia River zwischen Pasco und Kennewick im Staat Washington, USA" * Page 90, colonne de droite, lignes 25-30,33-35; figure 35; page 91, colonne de gauche, lignes 1-14; figure 36 * ---	16	
A	DE-B-1 235 973 (HOMBERG) ---		
P,A	EP-A-0 288 350 (MULLER) * Colonne 4, lignes 28-30,40-42,51-60,62; colonne 5, lignes 2-7,12-15; colonne 6, lignes 13-18; colonne 7, lignes 47-63; colonne 8, lignes 33-41; colonne 10, lignes 12-19,24-27; figures 1,5a,6,10-13,24-27 * -----	13,14,16	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.4)
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 09-05-1989	Examineur SCHUMAN R.
<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 : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ..... & : membre de la même famille, document correspondant	