

12

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

21 Numéro de dépôt: 88400552.1

51 Int. Cl.4: **E 01 D 9/06**
E 04 C 3/293

22 Date de dépôt: 09.03.88

30 Priorité: 11.03.87 FR 8703337

43 Date de publication de la demande:
21.09.88 Bulletin 88/38

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

71 Demandeur: **CAMPENON BERNARD BTP**
92-98, Boulevard Victor-Hugo
F-92115 Clichy (FR)

72 Inventeur: **Thivans, René**
171 Avenue du Général Leclerc
F-91190 Gif Sur Yvette (FR)

74 Mandataire: **Bouju, André et al**
Cabinet Bouju 38 avenue de la Grande Armée
F-75017 Paris (FR)

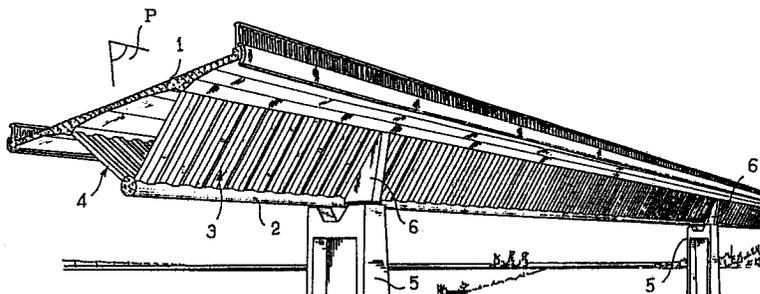
54 **Pont à membrures reliées par des tôles plissées.**

57 Le pont comprend au moins une membrure supérieure en béton (1) et une membrure inférieure en béton ou en métal (2) reliées l'une à l'autre par des éléments de structure résistant aux efforts tranchants.

Ces éléments de structure comprennent deux tôles d'acier (3, 4) continues, plissées ou ondulées disposées de part et d'autre d'un plan vertical médian (P) du pont, les plis ou ondulations s'étendant dans une direction sensiblement perpendiculaire à la longueur du pont.

Utilisation pour augmenter la résistance aux efforts tranchants des ponts.

FIG. 1



Description

"Pont à membrures reliées par des tôles plissées"

La présente invention concerne un pont comprenant au moins une membrure supérieure en béton et une membrure inférieure en béton ou en métal reliées l'une à l'autre par des éléments de structure résistant aux efforts tranchants.

Les deux membrures du pont transmettent les moments, tandis que les éléments de structure ou âmes disposées entre ces membrures transmettent les efforts tranchants.

Dans des réalisations connues, les âmes sont constituées par une série de barres disposées suivant un N. Certaines de ces barres travaillent en compression et d'autres en traction.

Les membrures et les âmes peuvent être en béton et/ou en acier.

Dans d'autres réalisations connues, par exemple selon le brevet suisse 378 504 et la demande de brevet français 2 494 400, les âmes disposées entre les membrures sont constituées par des éléments en tôles plissées. Ces tôles plissées sont discontinues, c'est-à-dire séparées les unes des autres dans le sens de la longueur du pont.

Dans toutes les réalisations connues, si l'on veut obtenir que les âmes transmettent des efforts tranchants importants, on est obligé de multiplier le nombre des âmes et/ou d'augmenter l'épaisseur de celles-ci. Ainsi, dans le cas d'ouvrages destinés à supporter des efforts tranchants très importants, la construction est lourde et par conséquent difficile à mettre en oeuvre.

Le but de la présente invention est de créer un pont qui résiste à des efforts tranchants très importants, tout en étant de construction légère et facile à mettre en oeuvre.

Suivant l'invention, le pont comprenant au moins une membrure supérieure en béton et une membrure inférieure en béton ou en métal reliées l'une à l'autre par des éléments de structure résistant aux efforts tranchants est caractérisé en ce que ces éléments de structure comprennent deux tôles d'acier continues, plissées ou ondulées, disposées de part et d'autre d'un plan vertical médian du pont, les plis ou ondulations s'étendant dans une direction sensiblement perpendiculaire à la longueur du pont.

Il a été établi par la demanderesse que le fait de remplacer les âmes en tôles plissées discontinues connues selon le brevet suisse 378504 et la demande de brevet français 2 494 400 par des âmes en tôles plissées ou ondulées continues permettait d'accroître de façon considérable la résistance de l'ouvrage aux efforts tranchants.

Ainsi l'invention permet de réaliser un pont capable de résister à des efforts tranchants importants en utilisant des tôles plissées légères donc faciles à mettre en oeuvre.

Selon une version préférée de l'invention, les tôles continues comprennent deux séries de bandes planes situées dans deux plans parallèles, les bandes de l'une des séries étant raccordées aux bandes de l'autre série par des bandes planes formant un certain angle avec ces dernières, la

jonction entre les bandes étant constituée par une arête.

5 Cette structure confère à la tôle plissée une excellente résistance aux efforts tranchants, même lorsque cette tôle a une épaisseur réduite à quelques mm.

10 Dans l'application considérée par la présente invention, l'épaisseur des tôles est comprise entre 8 et 12mm, l'amplitude des plis est comprise entre 10 et 30 cm et la dimension des tôles mesurée dans la direction de ces plis est comprise entre 2 et 12 m.

15 D'autres particularités et avantages de l'invention apparaîtront encore dans la description ci-après.

Aux dessins annexés donnés à titre d'exemples non limitatifs :

- la figure 1 est une vue en perspective partielle d'un pont conforme à l'invention,

20 - la figure 2 est une vue en coupe transversale d'une tôle plissée utilisée dans le pont conforme à l'invention,

- la figure 3 est une vue en perspective partielle d'une variante de réalisation d'un pont conforme à l'invention,

25 - les figures 4 à 17 sont des vues schématiques en coupe transversale, de différentes variantes de réalisation de l'invention,

30 - la figure 18 est une vue schématique latérale et partielle d'un pont conforme à l'invention, montrant comment la tôle plissée continue transmet les efforts,

35 - la figure 19 est une vue analogue à la figure 18, illustrant le cas d'un pont connu comportant des tôles plissées discontinues.

Dans la réalisation de la figure 1, le pont conforme à l'invention comprend une membrure supérieure constituée par une dalle en béton 1 et une membrure inférieure constituée par une poutre en béton 2 reliée à la dalle 1 par deux tôles d'acier 3, 4 continues et plissées disposées de part et d'autre d'un plan vertical médian P du pont, les plis ou ondulations s'étendant dans une direction sensiblement perpendiculaire à la longueur du pont.

45 Dans l'exemple représenté sur la figure 1, l'ensemble constitué par la dalle 1, la poutre 2 et les tôles plissées 3, 4 repose sur des piliers en béton 5 par l'intermédiaire de plots latéraux 6 s'étendant entre la dalle 1 et la poutre 2. Comme on le voit sur la figure 2, les tôles continues 3, 4 comprennent chacune deux séries de bandes planes 7, 8 situées dans deux plans parallèles, les bandes 7 de l'une des séries étant raccordées aux bandes de l'autre série par des bandes planes 9 formant un certain angle α (égal à 37° dans l'exemple représenté) avec ces dernières, la jonction entre les bandes étant constituée par une arête.

50 Suivant les efforts que doit supporter le pont, l'épaisseur des tôles 3, 4 peut varier entre 8 et 12 mm, l'amplitude A des plis 7, 9; 8, 9 peut varier entre 10 et 30cm et la dimension des tôles mesurée dans la direction longitudinale de ces plis peut varier entre 2 et 12 m. Par ailleurs, la largeur des bandes 7,

8, 9 peut varier entre 0,25 et 0,50 m.

Dans le cas de la réalisation de la figure 1, l'ensemble constitué par la dalle 1, les deux tôles plissées 3, 4 et la poutre inférieure 2 forme une structure tubulaire de section triangulaire constante. Etant donné que les tôles plissées 3, 4 sont continues, la surface latérale de l'ensemble précité est complètement fermée.

Tel est également le cas dans le pont représenté sur la figure 3. Dans cet exemple, les membrures supérieure et inférieure sont constituées par des dalles 10, 11 parallèles en béton. Celles-ci sont reliées l'une à l'autre par deux tôles plissées 3, 4 identiques à celles de la réalisation selon la figure 1.

Sur la figure 3, on voit en outre que chaque tôle plissée 3, 4 comporte à chacun de ses bords adjacents aux dalles 10, 11 une plaque 12, 13 perpendiculaire au plan général de la tôle 3, 4 et débordant de part et d'autre de ce plan. Ces plaques 12, 13 comprennent sur leur face orientée vers l'extérieur, une série de connecteurs métalliques 14 noyés dans le béton des dalles 10, 11.

Ainsi, les tôles 3, 4 sont solidement ancrées aux dalles 10, 11.

Un tel mode de liaison peut également être adopté dans le cas de la réalisation selon la figure 1.

Les tôles continues 3, 4 ne sont généralement pas réalisées d'une seule pièce suivant toute la longueur du pont. Ces tôles sont de préférence constituées par des éléments de tôles plissées réalisés d'une seule pièce dans la direction perpendiculaire à la longueur du pont et fixés les uns aux autres dans le sens de la longueur du pont par soudage, rivetage, boulonnage ou analogue.

Les variantes de réalisation représentées sur les figures 4 à 17 présentent en commun le fait que la membrure supérieure est une dalle 1, 15 en béton.

Dans les variantes représentées sur les figures 4 à 7, les membrures inférieures sont constituées par deux poutres métalliques 16 (figures 4, 5) ou en béton 17 (figures 6, 7), les tôles plissées 3, 4 étant perpendiculaires à la dalle 15.

Dans le cas des figures 5 et 7, deux tôles plissées 18, 19 supplémentaires s'étendent respectivement à partir des bords de la tôle 3 adjacents à la dalle 15 et à la poutre 16 ou 17 en formant un dièdre dont le sommet est situé dans le plan vertical P de symétrie du pont.

Ces deux tôles 18, 19 formant un dièdre, permettent de renforcer la structure.

Les figures 8 et 9 sont des vues en coupe transversale de la réalisation représentée sur la figure 1.

Les figures 10 et 11 sont analogues aux figures 8 et 9. La différence réside dans le fait que la poutre en béton 20 qui constitue la membrure inférieure est creuse et présente un diamètre supérieur à celui de la poutre 2 des figures 1, 8 et 9.

Dans les réalisations des figures 12 à 17, la membrure inférieure est constituée par une dalle en béton 21, 22, 23, 24, 25, 26 de largeur variable, inférieure à celle de la dalle supérieure 15, les tôles plissées 3, 4 disposées symétriquement de part et d'autre du plan P vertical du pont, formant un certain angle avec ce plan.

Toutes les réalisations que nous venons de décrire présentent les avantages d'être de mise en oeuvre facile, relativement peu onéreuses, et légères, tout en présentant une résistance aux efforts tranchants nettement plus importante que celle des structures connues utilisant des tôles plissées discontinues conformes au brevet suisse 378504 et la demande de brevet français 2 494 400 comme on va le démontrer ci-après.

Dans une âme en tôle plissée continue 3 (voir figure 18), les efforts tranchants donnent lieu à un champ uniforme de contraintes de cisaillement t . Le dimensionnement d'une telle structure consiste à vérifier que la contrainte de cisaillement t est inférieure d'une part à la contrainte de voilement t_v avec un coefficient de sécurité k convenable, et d'autre part à la contrainte de cisaillement admissible t_m pour l'acier, soit :

$$t < t_v/k \quad (1)$$

$$t < t_m \quad (2)$$

Dans une âme en tôle plissée discontinue 3b, 3c, 3d (voir figure 19), les efforts tranchants donnent également lieu à des contraintes de cisaillement t , mais il s'y ajoutent des contraintes s de compression et de traction longitudinales (c'est-à-dire parallèles à la génératrice des plis) dues au moment de flexion qui sollicite chaque élément d'âme (comportement dit de "poutre échelle".) Pour le dimensionnement d'une telle structure, il convient de vérifier que la contrainte de cisaillement t est inférieure à la valeur admissible t_m , que la stabilité reste assurée sous l'action conjuguée du cisaillement et des contraintes de compression et enfin que les contraintes de compression sont inférieures à la valeur s_m admissible, soit :

$$f(t, s) < f_m \quad (4)$$

$$t < t_m \quad (5)$$

$$s < s_m \quad (6)$$

La condition (4) est plus sévère que la condition (1), mais pour les âmes de pont c'est la condition (6) qui pénalise fortement les âmes discontinues.

Examinons à titre d'exemple le cas d'un pont courant de 60 m de portée. La hauteur h de l'âme est d'environ 1/20 de la portée, soit 3,0 m.

L'âme en tôle plissée continue a les caractéristiques suivantes :

$$\text{- épaisseur : } e = 0,008 \text{ m}$$

$$\text{- largeur d'un panneau : } l = 0,3 \text{ m}$$

$$\text{- amplitude : } a = 0,18 \text{ m}$$

$$\text{- hauteur de l'âme : } h = 3,0 \text{ m}$$

Cette âme en tôle plissée continue peut résister à un effort tranchant T_c qui vaut :

$$T_c = t_m \times e \times h, \text{ or } t_m = 0,42 \text{ se}$$

$$\text{se} = 360 \text{ Mpa (limite élastique de l'acier)}$$

$$\text{d'où : } T_c = 0,42 \times 360 \times 0,008 \times 3 = 3,63 \text{ MN}$$

$$T_c = 3,63 \text{ MN} = 370 \text{ tonnes.}$$

L'âme discontinue de mêmes caractéristiques (voir figure 19) résiste à un effort tranchant T_d ; chaque élément d'âme a une largeur totale $L = 0,5$ m et une inertie I

$$I = e \times L^3/12 = 0,008 \times 0,5^3/12 = 0,0000833 \text{ m}^4$$

Les éléments d'âme sont soumis à des moments de flexion M qui sont maximums aux extrémités où ils valent :

$$M = \pm T_d \cdot L/h \times H/2 = \pm 0,25 T_d$$

A ces moments correspondent des contraintes de compression et de traction :

$$s = M/I \times L/2 = 0,25/0,0000833 = 0,5/2 \times T_d = 750 T_d$$

$$D'autre part : s_m = s_e/1,15 = 313 \text{ MPa} \quad 5$$

La condition (6) donne

$$740 T_d \leq 313$$

$$T_d \leq 0,417 \text{ MN} = 42,5 \text{ tonnes.}$$

On constate que le rapport T_c/T_d est très élevé : $T_c/T_d = 370/42,5 = 8,7$ 10

Ainsi, pour un dimensionnement identique, une âme en tôle plissée continue conforme à la présente invention peut transmettre un effort tranchant plus de huit fois supérieur à celui que peut transmettre une âme en tôle plissée discontinue. 15

Bien entendu, l'invention n'est pas limitée aux exemples de réalisation que l'on vient de décrire et on peut apporter à ceux-ci de nombreuses modifications sans sortir du cadre de l'invention.

Ainsi, chaque pont pourrait comporter plus de deux tôles plissées continues entre la membrure supérieure et la ou les membrures inférieures. 20

Revendications

1. Pont comprenant au moins une membrure supérieure en béton (1, 10, 15) et une membrure inférieure en béton ou en métal (2, 11, 16, 17, 20, 21) reliées l'une à l'autre par des éléments de structure résistant aux efforts tranchants, caractérisé en ce que ces éléments de structure comprennent deux tôles d'acier (3, 4) continues, plissées ou ondulées disposées de part et d'autre d'un plan vertical médian (P) du pont, les plis ou ondulations s'étendant dans une direction sensiblement perpendiculaire à la longueur du pont. 30

2. Pont conforme à la revendication 1, caractérisé en ce que les tôles continues (3, 4) comprennent deux séries de bandes planes (7, 8) situées dans deux plans parallèles, les bandes de l'une des séries étant raccordées aux bandes de l'autre série par des bandes planes (9) formant un certain angle avec ces dernières, la jonction entre les bandes étant constituée par une arête. 35

3. Pont conforme à l'une des revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que l'épaisseur des tôles (3, 4) est comprise entre 8 et 12 mm, l'amplitude des plis est comprise entre 10 et 30 cm et la dimension des tôles mesurée dans la direction de ces plis est comprise entre 2 et 12 m. 40

4. Pont conforme à l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'il comprend une membrure supérieure constituée par une dalle en béton (1, 10, 15) et deux membrures inférieures constituées par deux poutres parallèles (16, 17) reliées chacune à la dalle en béton par une tôle plissée continue (3, 4). 45

5. Pont conforme à l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'il comprend une 50

membrure supérieure constituée par une dalle en béton (1, 10, 15) et une membrure inférieure unique constituée par une poutre en béton (2, 20) ou en métal ou par un tube métallique rempli de béton reliée à la dalle en béton par deux tôles plissées continues (3, 4).

6. Pont conforme à l'une des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que les tôles plissées continues (3, 4) forment avec les membrures une structure tubulaire dont la surface latérale est entièrement fermée.

7. Pont conforme à l'une des revendications 1 à 6, caractérisé en ce que les tôles plissées continues (3, 4) sont constituées par des éléments de tôles plissées réalisés d'une seule pièce dans la direction perpendiculaire à la longueur du pont et fixés les uns aux autres dans le sens de la longueur du pont par soudage, rivetage, boulonnage ou analogue.

8. Pont conforme à l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que chaque tôle plissée (3, 4) comporte à chacun de ses bords adjacents aux membrures (10, 11) une plaque (12, 13) perpendiculaire au plan général de la tôle et débordant de part et d'autre de ce plan, cette plaque (12, 13) comprenant sur sa face orientée vers l'extérieur, une série de connecteurs (14) fixés aux membrures. 55

9. Pont conforme à la revendication 8, caractérisé en ce que les connecteurs (14) sont noyés dans le béton de l'une au moins des deux membrures. 60

0283383

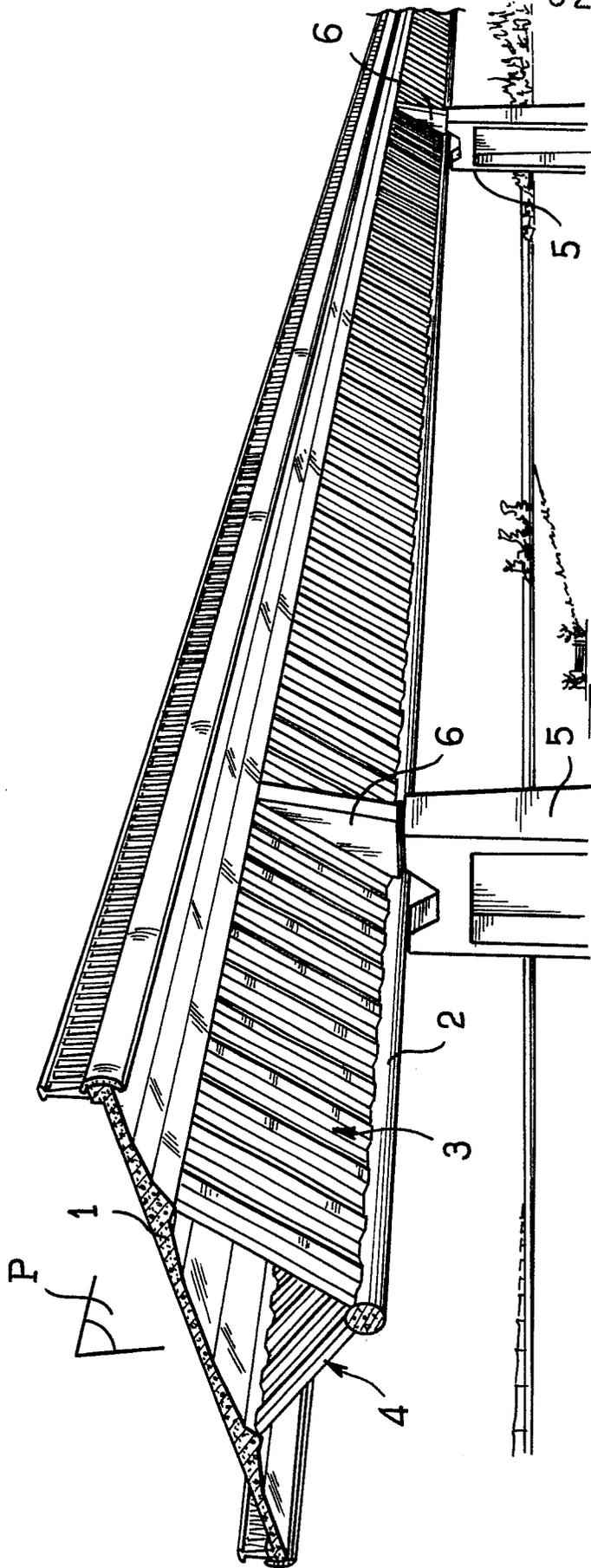


FIG-1

0283385

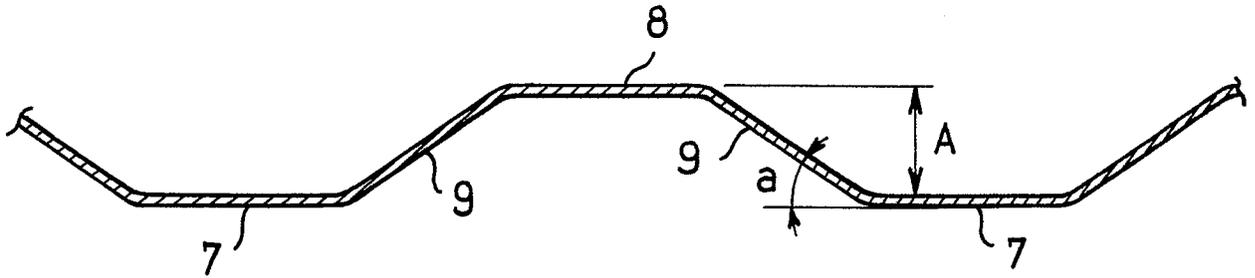


FIG. 2

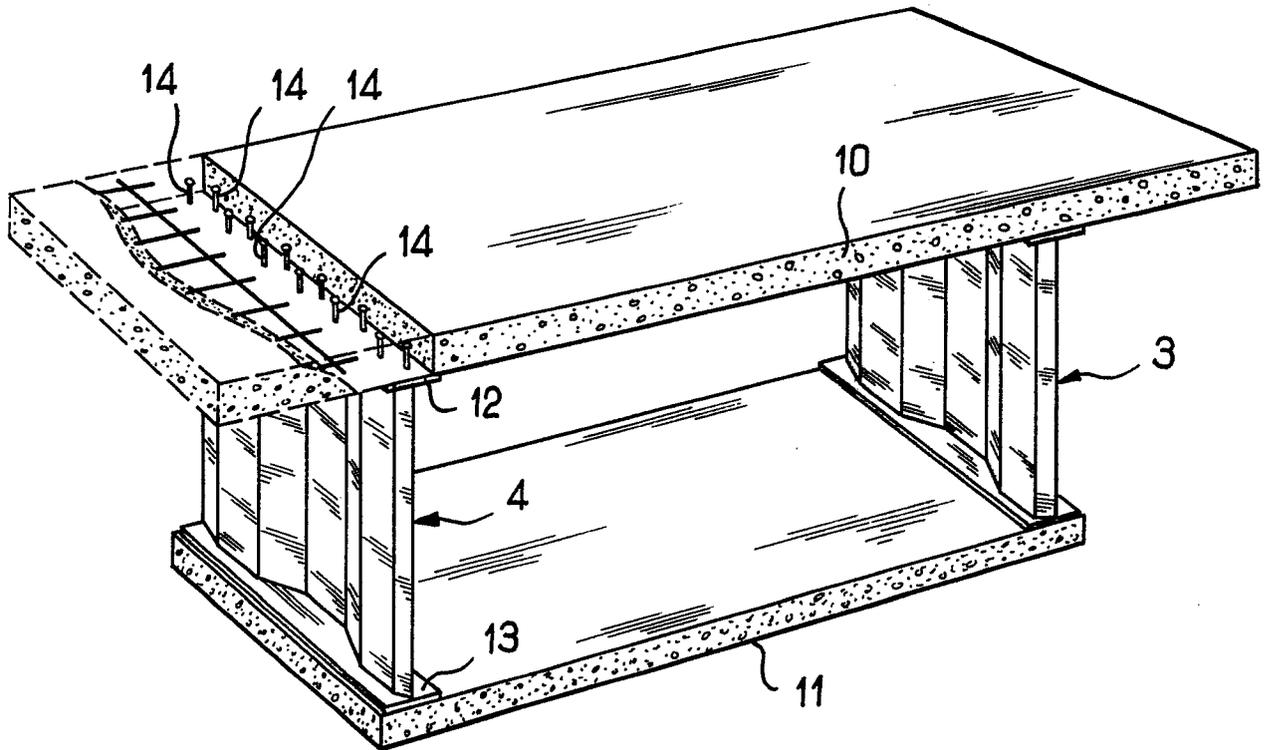


FIG. 3

0283386

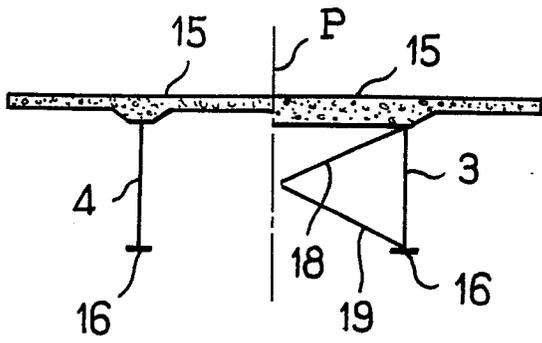


FIG. 4

FIG. 5

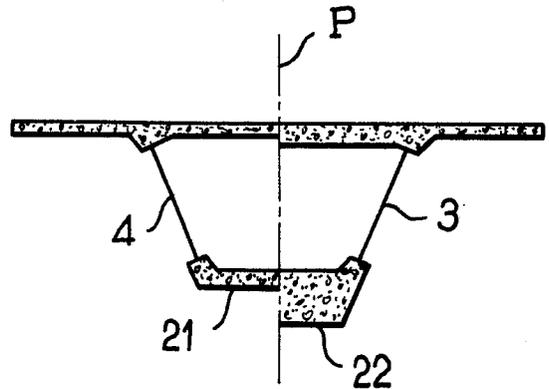


FIG. 12

FIG. 13

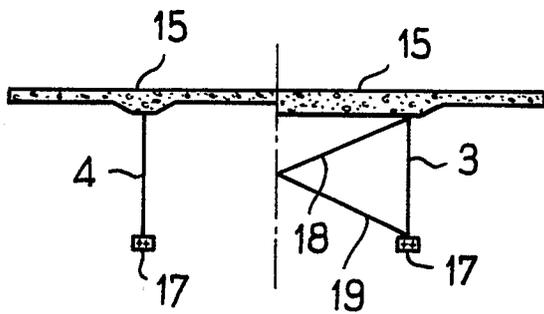


FIG. 6

FIG. 7

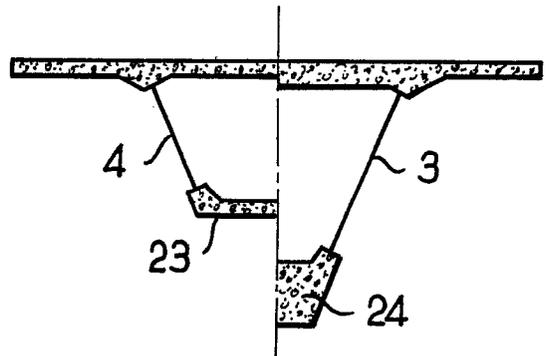


FIG. 14

FIG. 15

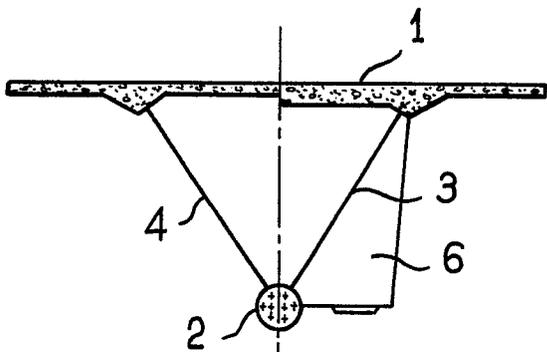


FIG. 8

FIG. 9

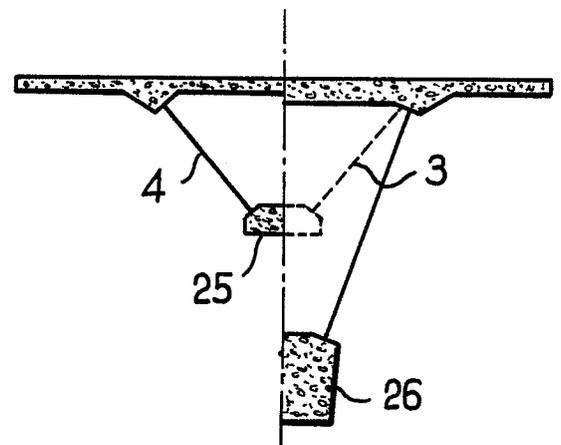


FIG. 16

FIG. 17

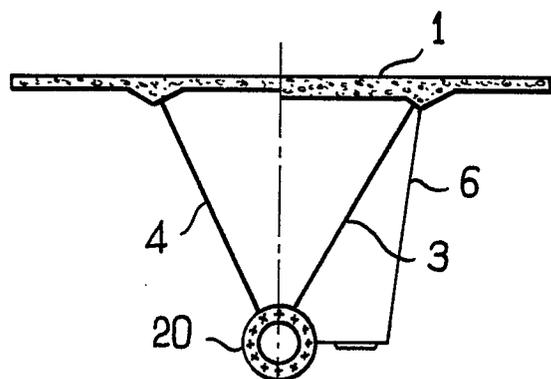


FIG. 10

FIG. 11

0283383

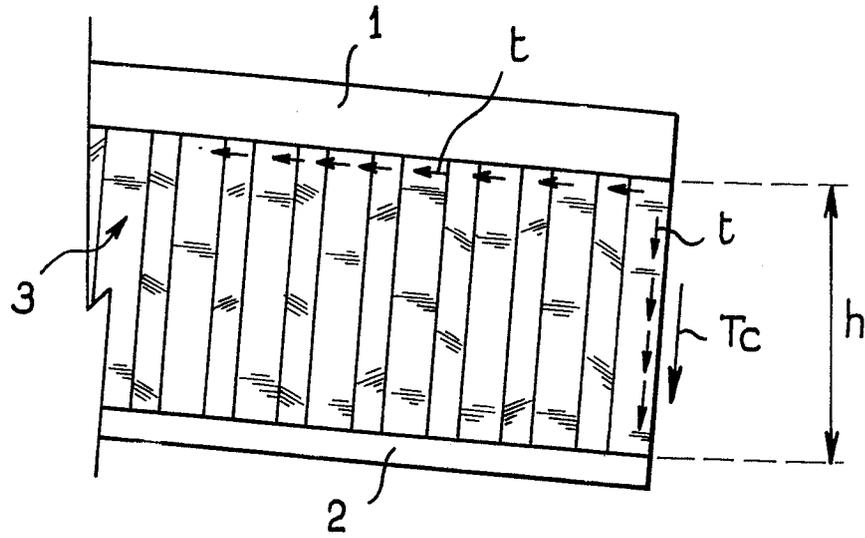


FIG. 18

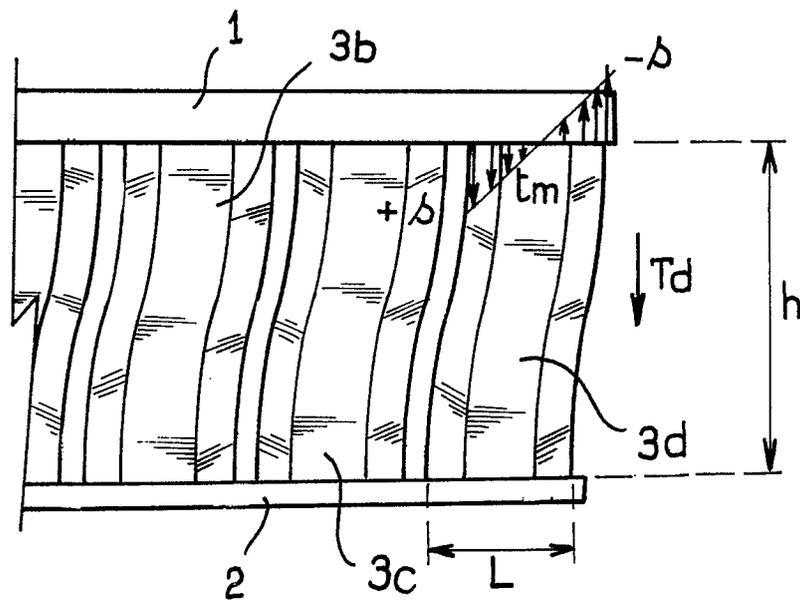


FIG. 19



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)
D, X	FR-A-2 494 400 (CAMPENON BERNARD) * En entier *	1,5,6	E 01 D 9/06 E 04 C 3/293
Y		4,8,9	
A		7	
Y	DE-C- 76 977 (DRENCKHAHN & SUDHOP) * En entier *	4	
A		1,5	
Y	DE-A-2 744 367 (MASCHINENFABRIK AUGSBURG-NÜRNBERG) * Page 10, ligne 1 - page 13, ligne 30; figures *	8,9	
A		1,5	
X	DE-A-2 810 934 (VEB BAUKOMBINAT) * En entier *	1,2,5,6	
A	TRAVAUX, no. 597, mars 1985, pages 20-34, Paris, FR; M. VIRLOGEUX: "Bilan de la politique d'innovation dans le domaine des ouvrages d'art" * Pages 25,26, paragraphe 2.2 *	1,5,6,8,9	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. Cl.4)
A	DE-A-2 156 017 (DYCKERHOFF & WIDMANN) * Revendication 4; figures *	1,5	E 01 D E 04 C
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 07-06-1988	Examineur DIJKSTRA G.
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			