

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6478948号  
(P6478948)

(45) 発行日 平成31年3月6日(2019.3.6)

(24) 登録日 平成31年2月15日(2019.2.15)

(51) Int. Cl.	F 1
EO 1 D 19/12 (2006.01)	EO 1 D 19/12
EO 1 D 21/00 (2006.01)	EO 1 D 21/00 B

請求項の数 2 (全 28 頁)

(21) 出願番号	特願2016-139546 (P2016-139546)	(73) 特許権者	516212957 坂野 昌弘
(22) 出願日	平成28年7月14日(2016.7.14)		大阪府箕面市小野原東6丁目28-8-4 02
(65) 公開番号	特開2018-9385 (P2018-9385A)	(73) 特許権者	505440631 本州四国連絡高速道路株式会社
(43) 公開日	平成30年1月18日(2018.1.18)		兵庫県神戸市中央区小野柄通四丁目1番2 2号
審査請求日	平成29年10月20日(2017.10.20)	(74) 代理人	100075557 弁理士 西教 圭一郎
		(72) 発明者	坂野 昌弘 大阪府箕面市小野原東6丁目28-8-4 02

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ワンサイドボルトで縦リブとデッキプレートを接合した鋼床版構造を備える鋼橋

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

縦桁で支持される鋼床版を備える鋼橋において、

(a) 鋼床版は、

(a1) デッキプレートの下面に、橋軸方向に延びて橋軸直角方向に縦リブ間隔をあけて隣接して配置される第1複数の閉断面縦リブがデッキプレートを補剛し、

デッキプレートの下面に、橋軸直角方向に延びて橋軸方向に横リブ間隔をあけて配置される第2複数の各横リブのウェブがデッキプレートを補剛し、

閉断面縦リブは、横リブとの交差位置で横リブのウェブを貫通して連続し、

(a2) 各閉断面縦リブは、

(a2-1) 単一枚の鋼板が加工されて製造され、

橋軸方向に沿ってデッキプレートに垂直な対称面に関して左右対称に構成され、

(a2-2) デッキプレートの下面とともに橋軸方向に延びる閉空間を形成する縦リブ本体であって、

(a2-2-1) 単一の平板状下フランジ、および

(a2-2-2) 下フランジの両側部にそれぞれ連なって立上がる平板状ウェブを有し、

(a2-2-3) 下フランジおよび各平板状ウェブが、閉空間に臨んで凹の弯曲部分を介してそれぞれ連なる縦リブ本体、および

(a2-3) デッキプレートの下面に配置され、縦リブ本体の各平板状ウェブの縦

10

20

リブ本体上端部にそれぞれ連なって閉空間およびデッキプレートに臨んで凸の弯曲部分を介して橋軸直角方向に外向きに形成される平板状取付けフランジを有し、

( a 2 - 4 ) 橋軸直角方向に隣接する閉断面縦リブの各縦リブ中心間距離は、橋軸直角方向にそれぞれ等しく、

( a 3 ) デッキプレートおよび各平板状取付けフランジを第 3 複数のタッピングボルトによって、気密に支圧接合し、

各タッピングボルトは、

デッキプレートおよび平板状取付けフランジに厚さ方向に貫通して、橋軸方向に下穴間隔をあけて単一の列を成して、予めそれぞれ形成される直円筒形の各支圧接合用下穴に、取付けフランジからデッキプレートへ締め込まれてめねじを自ら形成しながらそれぞれ進み、

タッピングボルトの端部は、デッキプレートの上面に突出せず、

( a 4 ) 閉断面縦リブと横リブとの前記交差位置で、

第 1 取付け片と第 2 取付け片とが屈曲して連なって L 字状断面を有する連結部材、

第 1 取付け片から閉断面縦リブの平板状ウェブへ締め込まれて進み、閉断面縦リブの平板状ウェブと第 1 取付け片とを支圧接合する交差位置用タッピングボルト、および

横リブのウェブと第 2 取付け片とを接合するボルトを含み、

( a 5 ) デッキプレートの下面には、橋軸直角方向に隣接する閉断面縦リブの間で、横リブのウェブの横リブ上端部が溶接接合され、

( a 6 ) 横リブのウェブには、

橋軸直角方向の横リブ上端部に関して両側で、

縦リブ間隔スカラップが、

デッキプレートの下面における平板状取付けフランジの橋軸直角方向外方位置から、橋軸直角方向に、平板状ウェブの縦リブ本体上端部付近にまで連なり、かつ、タッピングボルトのボルト頭よりも下方に、形成され、

( a 7 ) 横リブのウェブの橋軸直角方向の端部には、外方スカラップが形成され、

この外方スカラップは、

横リブの橋軸直角方向最外方に配置される閉断面縦リブの縦リブ本体の橋軸直角方向最外方にある縦リブ本体上端部付近から、橋軸直角方向に、横リブのウェブの最外方にまで連なり、かつ、タッピングボルトのボルト頭よりも下方に、形成され、

( a 8 ) 横リブのウェブには、

スリットが、閉断面縦リブの縦リブ本体の平板状下フランジおよび前記凹の弯曲部分の付近を外囲して形成され、

( a 9 ) 橋軸直角方向に隣接する各デッキプレートは、当接されて溶接接合され、

( a 1 0 ) 橋軸直角方向に隣接する横リブの端部で相互に近接した閉断面縦リブは、前記縦リブ中心間距離と同一値をあけて配置され、

( b ) 縦桁のウェブは、デッキプレートの下面に、橋軸直角方向の閉断面縦リブの間に配置されてデッキプレートが縦桁の上フランジを構成することを特徴とする鋼橋。

【請求項 2】

支圧接合によって固定されたデッキプレートと平板状取付けフランジとの当接部分に、外方から塗布されて隙間を塞ぐシール材を、さらに含むことを特徴とする請求項 1 に記載の鋼橋。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、鋼橋に関し、特に、ワンサイドボルトで縦リブとデッキプレートを接合した鋼床版構造を備える鋼橋に関する。

【背景技術】

【0002】

本件明細書中の用語について、用語「タッピングボルト」は、接合される複数の部材の

少なくとも一方におけるめねじ加工が施されていない下穴に、直接にねじ込むことによって、自らねじ切りをしつつ進み、めねじを塑性変形によって形成して、ねじ接合するボルトまたはねじであり、また、自らねじ切りをしつつ進み、めねじを弾性変形によって、または切削加工して形成して、ねじ接合するボルトまたはねじを含む。「タッピングボルト」は、スレッドローリングスクリュー（略称TRS（登録商標））、スレッドフォーミングスクリュー、タピンねじ、タップボルトなどを含む概念として、解釈されなければならない。

【0003】

用語「ワンサイドボルト」は、たとえば、タッピングボルトなどのように、接合される複数の部材を、片側からの施工によって支圧接合または摩擦接合などするボルトまたはねじを含む概念として、解釈されなければならない。

【0004】

上下方向は、鋼床版が施工された橋梁における地上から見た方向であり、図面中のみの上下方向は、その図面を指摘する。

【0005】

従来、橋床としての鋼床版は、軽量であり、架設が容易であり、施工を迅速に行なえるので、支間長が長い橋や軟弱な地盤上に架設される橋、あるいは工期短縮が求められる橋など特に都市内の多くの橋で有利に採用されてきている。

【0006】

従来の典型的な鋼床版は、溶接継手部の疲労亀裂に起因して安全性や補修に関する大きな問題を招来する。鋼床版は、デッキプレート下面に、橋軸方向である縦方向に沿って延びて補剛する閉断面縦トラフリブのウエブ上端部が連続すみ肉溶接によって溶接接合されて構成される。近時、鋼床版における前記溶接接合する溶接金属を破断させるビード貫通亀裂と呼ばれる疲労亀裂、およびその溶接部からデッキプレートに進展し貫通したデッキ貫通亀裂と呼ばれる疲労亀裂が数多く発見され、高速道路などの道路における橋を管理する上で、既設鋼床版の疲労対策が重要となっている。これらの亀裂は、当初は微小なため目視での視認が困難であり、また目視困難な部位に発生し、亀裂が相当長くなり発錆を伴う、あるいは舗装の著しい損傷、変状の発生に至らないと、見付けることが困難である。

【0007】

そこで、閉断面縦リブを使用する新設の鋼床版では、デッキ貫通亀裂に対応して疲労耐久性の向上を図るために、平成24年改定の道路橋示方書は、輪荷重位置のデッキプレートの最小板厚を、それまでの12mmから16mmに見直して規定した。したがって、橋梁の死荷重が増加する、という問題がある。

【0008】

他の従来技術は、前記溶接金属の疲労亀裂の発生、進展を抑制するために剛性の高い鋼繊維補強コンクリート（略称SFRC、Steel Fiber Reinforced Concrete）によって、床版剛性を確保する。縦リブが溶接接合されて補剛されたデッキプレート上面には、ずれ止めのための多数のスタッドジベルが立設され、接着材によってSFRC舗装が接合され、表層にアスファルト舗装が施される（非特許文献1、2）。この従来技術のSFRC舗装の鋼床版では、スタッドジベルおよび接着材を使用するので、施工性が劣るだけでなく、更新補修時、舗装の剥離除去が困難であり、多くの労力、時間を必要とする、という問題がある。

【0009】

既設の鋼床版における前記溶接金属の疲労亀裂を、たとえば電磁誘導、超音波によって探傷して検出し（特許文献1）、既設の鋼床版において発生、検出した溶接金属の疲労亀裂を補修する或る1つの工法は、たとえば特許文献2に開示される。亀裂補修のために、デッキプレート上に、アスファルト舗装を剥離した後、凹凸が連続した波板を配置し、その波板の谷部とデッキプレートとにわたって形成されたボルト挿通孔に、デッキプレート下方からボルトを挿通し、デッキプレート上方でナット締めして波板を摩擦接合によ

10

20

30

40

50

って固定し、波板に形成した孔からデッキプレートと波板との空間内にコンクリートを打設し、波板上に舗装用アスファルトを敷設して復旧する。

【 0 0 1 0 】

この従来の補修工法では、デッキプレートの上下両方から同時に補修作業をしなければならないので、作業中の交通規制が必要であり、作業性が劣り、アスファルト舗装が健全であっても亀裂補修のためには剥離しなければならない。その結果、前記溶接金属の疲労亀裂について、点検保守、維持管理のために多くの労力、時間を必要とする、という問題がある。したがって、前記疲労亀裂の発生、進展を根源から解消して、その補修をしなくてよい鋼床版の出現が望まれている。

【先行技術文献】

【非特許文献】

【 0 0 1 1 】

【非特許文献 1】村越他：既設鋼床版の S F R C 舗装による補強工法の構造と耐久性評価に関する実験的検討、土木学会論文集 A 1、V o l . 6 9、N o . 3、p p . 4 1 6 ~ 4 2 8、2 0 1 3

【非特許文献 2】(独)土木研究所他：鋼床版橋梁の疲労耐久性向上技術に関する共同研究(その 2・3・4)報告書・S F R C 舗装による既設鋼床版の補強に関する設計・施工マニュアル(案)、共同研究報告書、第 3 9 5 号、2 0 0 9

【特許文献】

【 0 0 1 2 】

【特許文献 1】特開 2 0 1 0 - 1 3 3 8 3 5

【特許文献 2】特開 2 0 0 5 - 2 5 6 4 6 2

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 1 3 】

本発明の目的は、従来の新設の鋼床版の前述の問題を一掃し、高品質を確保することができ、長期間にわたる点検保守、維持管理を容易にする鋼床版構造を備える鋼橋を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 1 4 】

本発明は、

縦桁 3 で支持される鋼床版 1 を備える鋼橋において、

( a ) 鋼床版 1 は、

( a 1 ) デッキプレート 1 0 の下面に、橋軸方向に延びて橋軸直角方向に縦リブ間隔をあけて配置される第 1 複数の閉断面縦リブ 2 0 がデッキプレート 1 0 を補剛し、

デッキプレート 1 0 の下面に、橋軸直角方向に延びて橋軸方向に横リブ間隔をあけて配置される第 2 複数の各横リブ 4 0 のウェブ 4 1 がデッキプレート 1 0 を補剛し、

閉断面縦リブ 2 0 は、横リブ 4 0 との交差位置で横リブ 4 0 のウェブ 4 1 を貫通して連続し、

( a 2 ) 各閉断面縦リブ 2 0 は、

( a 2 - 1 ) 単一枚の鋼板が加工されて製造され、

橋軸方向に沿ってデッキプレート 1 0 に垂直な対称面 2 1 に関して左右対称に構成され、

( a 2 - 2 ) デッキプレート 1 0 の下面とともに橋軸方向に延びる閉空間 2 2 を形成する縦リブ本体 2 3 であって、

( a 2 - 2 - 1 ) 単一の平板状下フランジ 2 5、および

( a 2 - 2 - 2 ) 下フランジ 2 5 の両側部にそれぞれ連なって立上がる平板状ウェブ 2 6 を有し、

( a 2 - 2 - 3 ) 下フランジ 2 5 および各平板状ウェブ 2 6 が、閉空間 2 2 に臨んで凹の弯曲部分を介してそれぞれ連なる縦リブ本体 2 3、および

10

20

30

40

50

( a 2 - 3 ) デッキプレート 1 0 の下面に配置され、縦リブ本体 2 3 の各平板状ウェブ 2 6 の縦リブ本体上端部 2 4 にそれぞれ連なって閉空間 2 2 およびデッキプレート 1 0 に臨んで凸の弯曲部分を介して橋軸直角方向に外向きに形成される平板状取付けフランジ 2 7 を有し、

( a 2 - 4 ) 橋軸直角方向に隣接する閉断面縦リブ 2 0 の各縦リブ中心間距離 C は、橋軸直角方向にそれぞれ等しく、

( a 3 ) デッキプレート 1 0 および各平板状取付けフランジ 2 7 を第 3 複数のタッピングボルト 3 0 によって、気密に支圧接合し、

各タッピングボルト 3 0 は、

デッキプレート 1 0 および平板状取付けフランジ 2 7 に厚さ方向に貫通して、橋軸方向に下穴間隔をあけて単一の列を成して、予めそれぞれ形成される直円筒形の各支圧接合用下穴 1 4、2 8 に、取付けフランジ 2 7 からデッキプレート 1 0 へ締め込まれてめねじを自ら形成しながらそれぞれ進み、

タッピングボルト 3 0 の端部は、デッキプレート 1 0 の上面に突出せず、

( a 4 ) 閉断面縦リブ 2 0 と横リブ 4 0 との前記交差位置で、

第 1 取付け片 5 1 と第 2 取付け片 5 2 とが屈曲して連なって L 字状断面を有する連結部材 5 0、

第 1 取付け片 5 1 から閉断面縦リブ 2 0 の平板状ウェブ 2 6 へ締め込まれて進み、閉断面縦リブ 2 0 の平板状ウェブ 2 6 と第 1 取付け片 5 1 とを支圧接合する交差位置用タッピングボルト 5 5、および

横リブ 4 0 のウェブ 4 1 と第 2 取付け片 5 2 とを接合するボルト 5 6 を含み、

( a 5 ) デッキプレート 1 0 の下面には、橋軸直角方向に隣接する閉断面縦リブ 2 0 の間で、横リブ 4 0 のウェブ 4 1 の横リブ上端部 4 2 が溶接接合され、

( a 6 ) 横リブ 4 0 のウェブ 4 1 には、

橋軸直角方向の横リブ上端部 4 2 に関して両側で、

縦リブ間隔スカラップ 4 3 が、

デッキプレート 1 0 の下面における平板状取付けフランジ 2 7 の橋軸直角方向外方位置 ( 図 5 を参照。その図 5 ( 1 ) の一部 X I の拡大である図 1 1 の右側の平板状取付けフランジ 2 7 の右方の位置、および図 1 1 の左側の平板状取付けフランジ 2 7 の左方の位置 ) から、図 1 1、図 1 3 のとおり、橋軸直角方向に、平板状ウェブ 2 6 の縦リブ本体上端部 2 4 ( すなわち、縦リブ本体 2 3 の平板状ウェブ 2 6 と前記凸の弯曲部分との連なる部分。図 1 ) 付近にまで連なり、かつ、図 1 1、図 1 3 のとおり、タッピングボルト 3 0 のボルト頭 3 1 よりも下方に、形成され、

( a 7 ) 横リブ 4 0 のウェブ 4 1 の橋軸直角方向の端部には、外方スカラップ 8 1 が形成され、

この外方スカラップ 8 1 は、

横リブ 4 0 の橋軸直角方向最外方に配置される閉断面縦リブ 2 0 の縦リブ本体 2 3 の橋軸直角方向最外方にある縦リブ本体上端部 2 4 付近から、橋軸直角方向に、横リブ 4 0 のウェブ 4 1 の最外方にまで連なり、かつ、タッピングボルト 3 0 のボルト頭 3 1 よりも下方に、形成され、

( a 8 ) 横リブ 4 0 のウェブ 4 1 には、

スリット 4 4 が、図 5、図 1 1、図 1 3、図 2 0 に示されるとおり、閉断面縦リブ 2 0 の縦リブ本体 2 3 の平板状下フランジ 2 5 および前記凹の弯曲部分の付近を外囲して形成され、

( a 9 ) 橋軸直角方向に隣接する各デッキプレート 1 0 は、当接されて溶接接合され、

( a 1 0 ) 橋軸直角方向に隣接する横リブ 4 0 の端部で相互に近接した閉断面縦リブ 2 0 は、前記縦リブ中心間距離 C と同一値をあけて配置され、

( b ) 縦桁 3 のウェブは、図 5、図 6、図 2 0 のとおり、デッキプレート 1 0 の下面に、橋軸直角方向の閉断面縦リブ 2 0 の間に配置されてデッキプレート 1 0 が縦桁 3 の上フ

ランジを構成することを特徴とする鋼橋である。

本発明は、

支圧接合によって固定されたデッキプレート10と平板状取付けフランジ27との当接部分に、外方から塗布されて隙間を塞ぐシール材を、さらに含むことを特徴とする。

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、鋼橋の鋼床版では、デッキプレートの下面に閉断面縦リブの取付けフランジが支圧接合ボルトであるタッピングボルトによって支圧接合されて、デッキプレートが補剛される。本発明では、従来の鋼床版におけるデッキプレートと縦リブとを接合する溶接継手が存在しないので、そのビード貫通亀裂およびデッキ貫通亀裂が発生せず、疲労亀裂に起因する前述の問題が根源から一掃され、鋼床版の長期間にわたる疲労耐久性が向上され、補修が不要となり、長期間にわたる点検保守、維持管理を容易にする新規で画期的な鋼床版が実現される。

【0016】

本発明の鋼床版は、デッキプレートが縦リブと横リブとで補剛され、舗装が施されて構成される。鋼床版は、縦桁、横桁などの床組または主桁、主構などで支持される。横リブは、床組の横桁として兼用させることもできる。桁橋の構造要素の主構造は、典型的には、I桁（プレートガーダー）形式の縦桁を主桁とし、横リブからの荷重を縦桁に受けさせるものと、箱桁形式の主桁に横桁からの荷重を受けさせるものとがあり、これらの主桁は、荷重を、支承を介して下部構造に伝達する。本発明の鋼床版のデッキプレートは、これらの主桁の上フランジを構成してもよい。本発明の鋼床版を、トラス橋の床として使用することもできる。本発明の鋼床版は、このような、およびその他の構造形式の橋梁に関連して実施することができる。

【0017】

本発明によれば、もともと溶接継手が存在しないので、溶接継手の疲労損傷に大きな悪影響を与える応力集中や溶接欠陥、残留応力がなく、デッキプレートへの疲労亀裂の進展などがなくなり、疲労耐久性の向上などの高品質の確保が容易である。そのため、輪荷重位置のデッキプレートの最小板厚を薄くでき、たとえば前述の道路橋示方書において規定される16mmよりも薄い示方書改定以前の12mmまたはそれ未満とすることができる。また、前述のSFRCP舗装が不要となる。こうして、鋼床版の疲労問題を根本的に解決できるとともに、死荷重を大幅に軽減できる。

【0018】

したがって、橋梁の構造要素、たとえば、床組、主桁、主構、さらに下部構造などを簡素化できる。耐荷力が減少した橋梁において、新しい基準に準じた耐震補強などの橋梁補強などが必要な場合、重い鉄筋コンクリート床版、プレストレストコンクリート床版などを、本発明の鋼床版に取り換えることによって、補強を不要とする、または、補強範囲を小さくすることができる。

【0019】

本発明の鋼床版は鉄筋コンクリート床版などに比べて軽量であるので、路面を拡幅する場合でも、既存主桁の補強が不要、または補強範囲を小さくすることができる。

【0020】

本発明の鋼床版を製造するには、工場で、たとえば水平に設置したデッキプレートの製造時における上面で支圧接合用下穴の削孔形成およびタッピングボルトの締め込みなどの作業を、作業者が、いわば下向き施工で行なうことができ、作業性が良好である。製造時におけるデッキプレートの上面は、橋床としての使用状態では、反転されて下面であり、製造時と使用状態とでは、上下逆となる。

【0021】

支圧接合用下穴は、たとえば、本発明の実施の一形態では、後述の図10のように軸線方向に一樣な円形断面を有する直円筒形である。取付けフランジに橋軸方向に等間隔をあけて列を成して、ボール盤などのドリル工具の刃物によって、複数の各支圧接合用下穴を

予め形成しておく。取付けフランジの各支圧接合用下穴によって、ドリル工具の刃物を案内して、デッキプレートに、取付けフランジと対を成して対応する支圧接合用下穴を削孔する。これによって、取付けフランジとデッキプレートとにおける複数の対を成す各下穴は、同一内径で、共通な一直線上に軸線を有する。したがって、タッピングボルトを、取付けフランジからデッキプレートへ締め込んで進めてゆき、タッピングボルトは、自らねじ切りをしつつ進めて、めねじを塑性変形によって形成する。

#### 【0022】

こうして正確な位置に施工して、鋼床版を高精度で製造でき、その製造の作業性がよい。たとえ、製造時にタッピングボルトの施工を誤っても、そのボルトを取外すことができ、再施工することが、溶接接合に比べて容易である。本発明では、高度な品質管理が要求される溶接作業が不要であり、したがって、溶接の熱による変形の矯正作業や、溶接きずなどの検査あるいは補修などの溶接に伴う作業も不要となるため、製作工程の簡略化が期待できる。

#### 【0023】

本発明の実施の他の形態では、図22のように、取付けフランジとデッキプレートとに、複数の橋軸方向に沿って間隔をあけて、支圧接合用下穴である、めねじ孔を予めそれぞれ刻設して形成される。これらのめねじ孔にタッピングボルトを螺合することによって、デッキプレートと取付けフランジとの支圧接合が達成されるようにしてもよい。

#### 【0024】

デッキプレートと取付けフランジとの支圧接合は、タッピングボルトによって達成することができるので、高力ボルトと異なり、緩みのない接合が可能になる。鋼床版のタッピングボルトに関連する補修は、長期間にわたって、不要である。しかも、長期間にわたる鋼床版の使用によって、タッピングボルトに緩みが生じているかどうかの定期点検は、たとえば図23に関連して後述されるように、外部からの目視観察によって、容易である。

#### 【0025】

タッピングボルトは鋼床版の下方に臨むので、鋼床版の点検保守、維持管理などの作業を鋼床版の下方でのみ行なうことができる。たとえ、補修時に、タッピングボルトおよび縦リブの除去、取換えが必要になったとしても、あるいはまた、それまで使用してきたタッピングボルトを取外して、さらに大きな内径を有する新たな支圧接合用下穴を削孔し、新たな大径のタッピングボルトをねじ込んで新たな支圧接合をすることが必要になったとしても、それらの全ての作業を、鋼床版の下方でのみ行なうことができ、鋼床版のデッキプレートの上での補修作業が不要である。したがって、交通規制が不要であり、タッピングボルトに関連する補修のために、デッキプレート上の健全なアスファルトなどの舗装を、剥離する必要がなく、補修作業に必要な時間を短縮することができ、コストを低減することができる。

#### 【0026】

支圧接合によれば、摩擦接合に比べて、タッピングボルトの高い軸力によるデッキプレートと縦リブの取付けフランジとの圧接力を必要としない。このような支圧接合は、デッキプレートの鋼材の厚さが小さく、そのためタッピングボルトがねじ込まれるめねじの軸長が比較的短く、デッキプレートと取付けフランジとの摩擦接合に必要な高い軸力を発揮できなくても、または軸力がなくても、確実に達成できる。支圧接合によれば、デッキプレートの下面と取付けフランジの上面との錆止め塗料などによる摩擦係数を管理する必要がなくなり、製造を簡素化することができる。必要な支圧力は、タッピングボルトの外径に依存し、このボルト径を大きくすることによって、必要なタッピングボルトの本数を減少することができる。支圧接合は、タッピングボルトのねじ込みによって完了し、希望する支圧強さを得ることができるので、この観点からも、鋼床版の製造作業を簡素化できる。デッキプレート自体に、またはその表面に凹凸が存在していても、タッピングボルトによる支圧接合を確実に達成することが容易に可能である。

#### 【0027】

縦リブは、取付けフランジから下方に連なって延びるウェブを有する閉断面リブまたは

10

20

30

40

50

開断面リブなどでもよい。デッキプレート、縦リブなどは、構造用鋼から成る。タッピングボルトは、高力ボルトなどの高張力鋼製であってもよいが、他の材料から成ってもよい。

【0030】

本発明によれば、縦リブの縦リブ本体は、下フランジとその両側部のウェブとがU字状である、下フランジが平坦な、たとえば逆台形の横断面形状をなすUトラフ形でもよいが、その他の開断面形状（図24（1））を有してもよく、下フランジを有さなくてもよい（図24（2）、図24（3））。

【0032】

本発明によれば、デッキプレートと取付けフランジとには、直円筒形（図10）の支圧接合用下穴だけを形成すればよく、その下穴にめねじ孔を刻設して形成する必要がないので、製造作業が簡素化される。

【0034】

本発明によれば、デッキプレートと取付けフランジとは、片側から施工されるワンサイドボルトであるタッピングボルトによって支圧接合され、そのタッピングボルトの端部はデッキプレートの上面に突出しない。したがって、タッピングボルトの端部は、アスファルトなどの舗装内に入り込まず、舗装の層厚を小さくでき、また舗装を損傷せず、舗装の更新補修のための剥離および施工の作業を妨げない。舗装は、アスファルトだけでなく、その他の材料から成ってもよい。

【0035】

タッピングボルトによる塑性変形または弾性変形を伴う気密な支圧接合は、路面の排水がデッキプレートの上面から下方へ、貫通した下穴を経て漏れ出すことを阻止する。デッキプレート上の防水層11（図1）の防水機能が経年劣化で損なわれても、デッキプレート裏面側に水が漏れ出さない。

【0036】

デッキプレートの支圧接合用下穴および取付けフランジの支圧接合用下穴はいずれも、貫通孔であるので、未貫通孔の場合の孔底の応力集中が生じることはなく、また内周面の表面加工仕上げおよびバリ取り加工が容易であり、タッピングボルトの支圧接合を高精度で達成でき、このことによって、耐久性の向上が図られる。本発明の実施の他の形態では、デッキプレートの支圧接合用下穴は、デッキプレートを厚さ方向に貫通せず、底を有してもよい。

【0038】

本発明によれば、縦リブと横リブとの交差位置で、L字状断面を有する連結部材の第1取付け片から縦リブのウェブへ交差位置用タッピングボルトが締め込まれて、縦リブのウェブと第1取付け片とを支圧接合し、横リブのウェブと第2取付け片とを摩擦接合または支圧接合するので、縦リブからの剪断力を連結部材を経て横リブのウェブへ確実に伝えて縦桁である主桁などに受けさせることができる。交差位置用タッピングボルトは、前述のデッキプレートおよび取付けフランジを支圧接合するタッピングボルトと同様に支圧接合を達成する。交差位置用タッピングボルトは、縦リブの外方からの締め込み作業によってボルト接合できる、片側から施工されるワンサイドボルトであるので、製造の作業性が良好である。

【0039】

横リブのウェブと第2取付け片とを接合するボルトは、第2取付け片と横リブのウェブとを挿通してナットと螺合して摩擦接合する構成であってもよいが、第2取付け片と横リブのウェブとに形成された支圧接合用下穴に締め込まれて支圧接合するタッピングボルトであってもよい。連結部材は、横リブのウェブに関して、橋軸方向の一方に設けられてもよいが、橋軸方向の他方にも併せて設けられてもよい。

【0040】

縦リブと連結部材の第1取付け片とは、交差位置用タッピングボルトによって支圧接合され、横リブと連結部材の第2取付け片とは、タッピングボルトによって支圧接合され、

またはボルトとナットとの組合せによって摩擦接合される。そのため、縦リブと横リブとは、高い強度で接合される。縦リブと横リブとの交差位置における溶接接合は存在しないので、横リブに形成される、縦リブの直下方のスリット44（図11、図13）付近において、従来技術の溶接止端部を起点として縦リブまたは横リブに発生する疲労亀裂の問題が解消される。この観点からも、疲労耐久性に優れた鋼床版が実現される。

【0041】

従来技術の鋼床版では、デッキプレートと閉断面縦リブのウェブの上端部とを接合する溶接継手、および縦リブと横リブとの交差位置における溶接継手が、疲労亀裂を特に発生、進展させ易いことが判っている。本発明は、従来技術における、これら2個所での溶接金属の疲労亀裂の問題を一掃し、長期間にわたる疲労耐久性を向上し、補修を不要とし、点検保守、維持管理を容易にする。

10

【0043】

本発明によれば、

前述の鋼床版を橋床として備える上部構造を、支承を介して、下部構造によって支持させる鋼橋の構造形式または構造形態が、実現される。

【0044】

本発明の工法によれば、鋼床版は、デッキプレート上に舗装が施されて橋床とされ、床組または主桁、主構などとともに上部構造を構成する。この上部構造を、支承を介して、下部構造によって支持させる。こうして、橋梁が架設される。

【図面の簡単な説明】

20

【0045】

【図1】本発明の実施の一形態の橋梁の鋼床版1を示す一部の橋軸に垂直な切断面から見た切断部端面図である。

【図2】鋼床版1を示す橋軸に沿う切断面から見た断面図である。

【図3】図2の縦リブ20を示す平面図である。

【図4】図2の縦リブ20を示す底面図である。

【図5】図5(1)および図5(2)の配置を示す図である。

【図5(1)】鋼床版1を使用する橋梁の一部を橋軸に垂直な切断面から見た断面図である。

【図5(2)】鋼床版1を使用する橋梁の一部を橋軸に垂直な切断面から見た断面図である。

30

【図6】図5(1)および図5(2)の切断面線VI-VIから見た鋼床版1を簡略化して示す断面図である。

【図7】図7(1)~図7(3)の配置を示す図である。

【図7(1)】鋼床版1を使用する橋梁の一部を橋軸に垂直な切断面から見た断面図である。

【図7(2)】鋼床版1を使用する橋梁の一部を橋軸に垂直な切断面から見た断面図である。

【図7(3)】鋼床版1を使用する橋梁の一部を橋軸に垂直な切断面から見た断面図である。

40

【図8】図8(1)~図8(3)の配置を示す図である。

【図8(1)】鋼床版1を使用する橋梁の一部を橋軸に沿う切断面から見た縦桁3を示す断面図である。

【図8(2)】鋼床版1を使用する橋梁の一部を橋軸に沿う切断面から見た縦桁3を示す断面図である。

【図8(3)】鋼床版1を使用する橋梁の一部を橋軸に沿う切断面から見た縦桁3を示す断面図である。

【図9】タッピングボルト30がデッキプレート10および取付けフランジ27を支圧接合している構成を、鋼床版1が橋梁に使用されている状態で、示す拡大断面図である。

【図10】工場における鋼床版1の製造時、橋床としての使用状態とは上下方向が逆であ

50

る姿勢で、デッキプレート10に削孔する作業を説明するための断面図である。

【図11】図5のセクションX Iを拡大して示す断面図である。

【図12】連結部材50を示す斜視図である。

【図13】図5のセクションX I I Iを拡大して示す断面図である。

【図14】図7のセクションX I Vを拡大して示す断面図である。

【図15】図14の切断面線X V - X Vから見た断面図である。

【図16】図14の切断面線X V I - X V Iから見た断面図である。

【図17】図16の切断面線X V I I - X V I Iから見た断面図である。

【図18】ハンドホール62を蓋部材72によって閉じて図17の状態にする作業の操作を説明するための断面図である。

10

【図19】図8のセクションX I Xを拡大して示す断面図である。

【図20】図20(1)および図20(2)の配置を示す図である。

【図20(1)】本発明の実施の他の形態における鋼床版1を使用する橋梁の一部を橋軸に垂直な切断面から見た、前述の図5(1)に対応する断面図である。

【図20(2)】本発明の実施の他の形態における鋼床版1を使用する橋梁の一部を橋軸に垂直な切断面から見た、前述の図5(2)に対応する断面図である。

【図21】図20のセクションX X Iを拡大して示す断面図であり、前述の図13に対応する。

【図22(1)】本発明の実施のさらに他の形態の鋼床版1におけるタップボルト130によって、デッキプレート10と縦リブ20の取付けフランジ27とが支圧接合している構成を、鋼床版1が橋梁に使用されている状態で、示す拡大断面図である。

20

【図22(2)】工場における鋼床版1の製造時、図22(1)の橋床としての使用状態とは上下が逆である姿勢で、縦リブ20の取付けフランジ27に予め形成された直円筒形下穴128によって、ドリル工具16の刃物17を案内し、デッキプレート10に直円筒形下穴114を削孔する状態を示す断面図である。

【図22(3)】図22(1)の上下を逆にした図22(2)における下穴128、114に、タップを使用してめねじを立てて、めねじ孔129、115をそれぞれ形成した状態を示す断面図であり、工場の製造時の状態である。

【図23】タッピングボルト30のボルト頭31の緩み確認用マーキングを施した状態を示す斜視図である。

30

【図24】本発明の実施の他の各形態における閉断面縦リブ20a~20cをそれぞれ示す断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0046】

図1は、本発明の実施の一形態の橋梁の鋼床版1を示す一部の橋軸に垂直な切断面から見た切断部端面図である。鋼床版1は、デッキプレート10と、デッキプレート10を補剛する閉断面縦リブ20と、タッピングボルト30と、デッキプレート10を補剛する横リブ40(後述の図5、図6)とを含んで構成される。

【0047】

図2は鋼床版1を示す橋軸に沿う切断面から見た断面図であり、図3は図2の縦リブ20を示す平面図であり、図4は図2の縦リブ20を示す底面図である。図1~図4は、縦リブ20を単一の横リブ中心間距離である縦リブ支間長Lについて、同一縮尺で示し、図2~図4の省略部分は、図面上24cmである。縦リブ20は、図1の紙面に垂直な、したがって、橋軸方向(図1の紙面に垂直な方向、図2~図4の左右方向)に沿ってデッキプレート10に垂直な対称面21に関して左右対称に構成され、デッキプレート10の下面とともに橋軸方向(図1の紙面に垂直な方向、図2の左右方向、図3、図4の上下方向)に延びる閉空間22を形成する縦リブ本体23と、縦リブ本体23の上端部24にそれぞれ連なって橋軸直角方向(図1の左右方向、図2の紙面に垂直な方向、図3、図4の左右方向)に外向きに形成され、デッキプレート10の下面に配置される平板状取付けフランジ27とを有する。縦リブ本体23は、平板状下フランジ25と、下フランジ25の両

40

50

側部にそれぞれ連なって立上がる平板状ウエブ 26 とが、丸みをおびた円弧状であって閉空間 22 に臨んで凹の弯曲部分を介して連なって、全体の横断面形状が逆台形をなす U トラフ形である。取付けフランジ 27 は、縦リブ本体 23、したがって各ウエブ 26 の上端部 24 に、丸みをおびた円弧状であって閉空間 22 およびデッキプレート 10 に臨んで凸の弯曲部分を介してそれぞれ連なって橋軸直角方向に外向きに形成される。図 3 の平面図では、縦リブ 20 の内周面において、前記凹の弯曲部分が下フランジ 25 とウエブ 26 とにそれぞれ連なる橋軸方向に延びる接線と、前記凸の弯曲部分がウエブ 26 と取付けフランジ 27 とにそれぞれ連なる橋軸方向に延びる接線とが実線で示される。図 4 の底面図では、縦リブ 20 の外周面において、前記凹の弯曲部分が下フランジ 25 とウエブ 26 とにそれぞれ連なる橋軸方向に延びる接線と、前記凸の弯曲部分がウエブ 26 と取付けフランジ 27 とにそれぞれ連なる橋軸方向に延びる接線とが実線で示される。

#### 【0048】

縦リブ 20 は、たとえば、図 1 ~ 図 4 に明らかに示されるとおり、単一枚の構造用鋼板を冷間プレス加工またはロール成形加工して 1 工程で容易に製造することができる。デッキプレート 10 上には、アスファルト舗装 13 が施工される。このアスファルト舗装 13 は、ごく薄い接着層（図示省略）、グースアスファルトなどから成る防水層 11 および改質アスファルトなどから成る舗装本体上層 12 が、下から上に、この順序で形成されて、構成される。

#### 【0049】

タッピングボルト 30 は、橋軸方向に等間隔をあけて第 3 複数個配置され、取付けフランジ 27 からデッキプレート 10 へ締め込まれて進み、デッキプレート 10 および取付けフランジ 27 を支圧接合によって固定する。

#### 【0050】

図 5 は鋼床版 1 を使用する橋梁の一部を橋軸に垂直な切断面から見た断面図であり、図 6 は図 5 (1) および図 5 (2) の切断面線 V I - V I から見た鋼床版 1 を簡略化して示す断面図であり、図 7 は鋼床版 1 を使用する橋梁の一部を橋軸に垂直な切断面から見た断面図である。図面の簡略化のために、正面から見たボルト、ナットを円または点で描き、側面から見たボルト、ナットの組合せを線分で描くことがあり、さらにボルト、ナットおよびその他の部材の図示を省略することもある。各図の縮尺は、異なることがある。

#### 【0051】

デッキプレート 10 の下面には、橋軸方向（図 5 の紙面に垂直な方向、図 6 の左右方向）に延びる第 1 複数（たとえば 6 個）の各縦リブ 20 が、橋軸直角方向にそれぞれ等しい縦リブ中心間距離 C（図 5）をあけて、縦リブ間隔をあけて、前述のとおりタッピングボルト 30 によって固定される。デッキプレート 10 の下面にはまた、橋軸直角方向に延びる横リブ 40 が、橋軸方向に横リブ間隔をあけて第 2 複数個（たとえば 7 個）配置され、横リブ 40 のウエブ 41 の上端部 42 が溶接接合される。縦リブ 20 は、縦リブ 20 と横リブ 40 との交差位置で、横リブ 40 のウエブ 41 を貫通して連続し、連結部材 50（図 11）によって連結される。橋軸方向に隣接する縦リブ 20 は、縦リブ継手 60 によって連結される。橋軸直角方向に隣接する横リブ 40 は、横リブ継手 80 によって連結される。

#### 【0052】

図 8 は、鋼床版 1 を使用する橋梁の一部を橋軸に沿う切断面から見た縦桁 3 を示す断面図である。鋼床版 1 の横リブ 40 は、主桁としての I 桁（プレートガーダー）形式の縦桁 3 によって支持される。橋軸方向に隣接する縦桁 3 は、縦桁継手 90 によって連結される。縦桁 3 のウエブには、垂直補剛材 8 が設けられる。こうして鋼床版 1 を橋床として備えて構成される上部構造 5 の組立て体は、支承 6 を介して、橋台、橋脚を含む下部構造 7 によって支持される。

#### 【0053】

図 9 は、タッピングボルト 30 がデッキプレート 10 および取付けフランジ 27 を支圧接合している構成を、鋼床版 1 が橋梁に使用されている状態で、示す拡大断面図である。

鋼床版 1 は、工場では、図 9 の上下を逆にした状態で、タッピングボルト 3 0 が取付けフランジ 2 7 からデッキプレート 1 0 へねじ締め込まれて進み、製造される。タッピングボルト 3 0 は、六角のボルト頭 3 1 と、座金部 3 2 と、軸部 3 3 とが一体的に形成され、その外表面はデッキプレート 1 0 および取付けフランジ 2 7 の鋼材よりも高硬度に表面処理加工される。軸部 3 3 には、その首下長さ L 3 3 の全長にわたって、おねじ山 3 4 が刻設される。これによって、ボルト頭 3 1 に、取付けフランジ 2 7 およびデッキプレート 1 0 に向けて押し付け力を作用しながら回転駆動することによって、軸部 3 3 は、めねじ加工が施されていない取付けフランジ 2 7 の支圧接合用下穴 2 8 と、めねじ加工が施されていないデッキプレート 1 0 の支圧接合用下穴 1 4 とに、めねじを自ら形成しながら進んで、めねじを塑性変形によって形成して、支圧接合を達成する。取付けフランジ 2 7 とデッキプレート 1 0 との隙間は、ほぼ零である。タッピングボルト 3 0 は、その軸線が、対を成す同一内径である各支圧接合用下穴 1 4 , 2 8 の軸線とともに、共通な一直線上にあり、したがって、タッピングボルト 3 0 が締め込まれるとき、タッピングボルト 3 0 への曲げモーメントなどによる不所望な応力などが発生することが防がれる。

#### 【 0 0 5 4 】

タッピングボルト 3 0 によれば、めねじの塑性変形は切削屑を生じない。

タッピングボルト 3 0 の軸部 3 3 のボルト頭 3 1 とは反対側（図 9 の上方）の端部 3 5 は、デッキプレート 1 0 の上面に突出せず、すなわち、デッキプレート 1 0 の上面と実質的に面一であり、たとえばタッピングボルト 3 0 の首下長さ L 3 3 の製作精度分 1 0 mm オーダーだけが、デッキプレート上面から凹凸となる。タッピングボルト 3 0 の端部 3 5 は、デッキプレート 1 0 の上面よりも凹んでいてもよい。したがって、ボルト 3 0 の端部 3 5 は、アスファルト舗装 1 3 内に入り込まないので、舗装 1 3 の層厚は小さいままでよく、また舗装 1 3 を損傷することはない。ボルト 3 0 の端部 3 5 がデッキプレート 1 0 の上面に突出しないので、舗装 1 3 の更新補修のための剥離および施工の作業を妨げることはない。

#### 【 0 0 5 5 】

取付けフランジ 2 7 を含む縦リブ 2 0 の厚さを  $t 2 0$  とするとき、タッピングボルト 3 0 の軸部 3 3 がデッキプレート 1 0 にねじ込まれる軸部 3 3 の軸線方向の長さ（ $= L 3 3 - t 2 0$ ）は、支圧接合強度を達成できる値に選ばれる。本発明の支圧接合によれば、デッキプレート 1 0 の鋼材の厚さが薄く、そのためタッピングボルト 3 0 がねじ込まれる軸部 3 3 の軸長が比較的短く、デッキプレート 1 0 と取付けフランジ 2 7 との摩擦接合に必要な高い軸力を発揮できなくても、または軸力がなくても、支圧接合を確実に達成することができる。

#### 【 0 0 5 6 】

図 1 0 は、工場における鋼床版 1 の製造時、橋床としての使用状態とは上下方向が逆である上下逆姿勢で、水平に設置したデッキプレート 1 0 に削孔する作業を説明するための断面図である。鋼床版 1 は、橋梁における使用時を示す図 2、図 5、図 9 などとは、上下方向を逆にした図 1 0 の姿勢で組立てられて製造される。取付けフランジ 2 7 には、橋軸方向に等しい下穴間隔をあけて第 3 複数（たとえば 2 1 個）の支圧接合用下穴 2 8 が、図 2 ~ 4 に示されるとおり、単一の列を成して予め形成される。デッキプレート 1 0 は、定盤または加工台 1 5 の上に水平に設置される。デッキプレート 1 0 上の支圧接合するべき予め定める位置に、縦リブ 2 0 の取付けフランジ 2 7 を乗載し、デッキプレート 1 0 と縦リブ 2 0 とを、固定治具によって、ずれないように一時的に固定する。固定治具は、たとえば、磁石の磁力を利用してデッキプレート 1 0 と縦リブ 2 0 とを相互の近接方向に磁気吸着する構成でもよく、デッキプレート 1 0 と縦リブ 2 0 とを相互の近接方向に圧接力を作用して挟持する構成でもよく、または、その他の構成によって実現されてもよい。

#### 【 0 0 5 7 】

デッキプレート 1 0 上で一時的に固定された縦リブ 2 0 の取付けフランジ 2 7 に予め削孔されている支圧接合用下穴 2 8 によって、ドリル工具 1 6 の刃物 1 7 を案内して、取付けフランジ 2 7 の直下方のデッキプレート 1 0 に、取付けフランジ 2 7 の各支圧接合用下

穴 2 8 と対を成す支圧接合用下穴 1 4 を、橋軸方向に順次的に削孔する。

【 0 0 5 8 】

図 1 0 の上下逆姿勢での製造時、デッキプレート 1 0 の上面に、縦リブ 2 0 の取付けフランジ 2 7 が支圧接合される。この支圧接合によって、閉断面縦リブ 2 0 は、デッキプレート 1 0 を補剛し、前記上下逆姿勢におけるデッキプレート 1 0 の上面とともに橋軸方向に延びる閉空間 2 2 を形成する。さらに、横リブ 4 0 が固定されて鋼床版 1 が完成される。この鋼床版 1 に縦桁 3 が取付けられて上部構造 5 の組立て体が得られる。この組立て体は、橋梁の工場から施工現場へ運搬され、図 1 0 の上下逆姿勢でデッキプレート 1 0 の水平な状態から上下を逆に反転して、橋梁の架設作業が行なわれる。

【 0 0 5 9 】

具体的な寸法の一例を述べる。本発明は、これらの寸法に限定的に解釈されるべきでない。図 1、図 2 において、一对の取付けフランジ 2 7 の両側端間の全幅の距離 A は 4 8 2 mm であり、下フランジ 2 5 の幅 B は 1 4 4 mm であり、取付けフランジ 2 7 の上面と下フランジ 2 5 の下面との間の高さ H は 2 4 0 mm であり、図 2 ~ 図 4 示される縦リブ 2 0 の単一の支間長 L ( 図 2 ) は 2 m である。図 5 ~ 図 7 の単一ブロックの鋼床版 1 において、デッキプレート 1 0 の橋軸方向の長さ L a ( 図 6、図 7 ) は 1 4 m であり、橋軸直角方向の幅 D ( 図 5、図 6 ) は 3 . 6 m である。デッキプレート 1 0 に固定される各縦リブ 2 0 は、デッキプレート 1 0 の長さ L a に延びる。横リブ 4 0 の数は、前述のとおり縦リブ支間長 L が 2 m であるので、7 ( = 1 4 / 2 ) である。橋軸直角方向に隣接する中心間距離 C ( 図 5、図 1 3 ) は 6 0 0 mm である。

【 0 0 6 0 】

縦リブ 2 0 の厚さ t 2 0 ( 図 9 ) は 6 mm ( 8 mm の場合もあり ) であり、デッキプレート 1 0 の厚さ t 1 0 ( 図 9 ) は 1 2 mm ( 1 4 mm あるいはそれを上回る、たとえば 1 6 mm などの場合もあり ) である。

【 0 0 6 1 】

支圧接合用下穴 2 8、したがってタッピングボルト 3 0 の橋軸方向のボルトピッチは、6 5 mm 間隔を標準とし、よって、タッピングボルト 3 0 は 1 5 本 / m で螺着され、図 1 ~ 図 4 の縦リブ支間長 L では、タッピングボルト 3 0 のための支圧接合用下穴 2 8 は、3 0 個である。

【 0 0 6 2 】

タッピングボルト 3 0 のおねじ山 3 4 の外径 D 3 4 ( 図 1 0 ) は 1 6 mm である。支圧接合用下穴 1 4、2 8 の内径 D 1 4、D 2 8 はいずれも 1 5 . 5 mm ( D 1 4 = D 2 8、D 1 4 < D 3 4、D 2 8 < D 3 4 ) である。タッピングボルト 3 0 首下長さ L 3 3 ( 図 9 ) は、たとえば 1 8 mm ( = 6 + 1 2 ) であり、縦リブ 2 0 の厚さ t 2 0 とデッキプレート 1 0 の厚さ t 1 0 との和以下に選ばれる ( t 2 0 < L 3 3 ( t 2 0 + t 1 0 ) ) 。

【 0 0 6 3 】

本発明の実施の他の形態では、デッキプレート 1 0 の支圧接合用下穴 1 4 と、取付けフランジ 2 7 の支圧接合用下穴 2 8 とは、他の方法で削孔されてもよい。対を成す支圧接合用下穴 1 4、2 8 は、それらの内径が対ごとに異なってもよく、橋軸方向に列を成していなくてもよい。

【 0 0 6 4 】

図 1 1 は、図 5 のセクション X I を拡大して示す断面図である。縦リブ 2 0 は、横リブ 4 0 との交差位置で、横リブ 4 0 のウエブ 4 1 を貫通して連続する。縦リブ 2 0 と横リブ 4 0 とは、それらの交差位置で連結部材 5 0 によって連結される。

【 0 0 6 5 】

従来の溶接による縦リブウエブ 2 6 と横リブウエブ 4 1 の接合では、溶接部の止端を起点とする疲労亀裂の発生が多数確認されている。本発明では、この溶接による接合なくし、ボルト接合とすることによって、疲労亀裂の発生要因を根本から排除できることとなり、疲労亀裂の発生の心配のない構造を実現できる。すなわち、ここでも溶接を用いないた

10

20

30

40

50

め、従来の溶接構造で多発している溶接部からの疲労亀裂発生を根本的に防止できる。

【 0 0 6 6 】

図 1 2 は、連結部材 5 0 を示す斜視図である。連結部材 5 0 は、第 1 および第 2 取付け片 5 1、5 2 を有し、L 字状断面を有するアングル材から成る。第 1 取付け片 5 1 には、複数（たとえば 2）の支圧接合用下穴 5 3 が形成される。第 2 取付け片 5 2 には、複数（たとえば 2）のボルト挿通孔 5 4 が形成される。交差位置用タッピングボルト 5 5 は、第 1 取付け片 5 1 の各支圧接合用下穴 5 3 から縦リブ 2 0 のウエブ 2 6 に形成された支圧接合用下穴へ、締め込まれて第 1 取付け片 5 1 とウエブ 2 6 とを支圧接合する。ボルト 5 6 は、各第 2 取付け片 5 2 のボルト挿通孔 5 4 と横リブ 4 0 のウエブ 4 1 に形成されたボルト挿通孔とを挿通し、ナットが螺合して第 2 取付け片 5 2 とウエブ 4 1 とを摩擦接合する。交差位置用タッピングボルト 5 5 の支圧接合は、前述のデッキプレート 1 0 および取付けフランジ 2 7 を支圧接合するタッピングボルト 3 0 による支圧接合同様である。交差位置用タッピングボルト 5 5 は、縦リブ 2 0 の外方からの締め込み作業によってボルト接合できるので、製造の作業性が良好である。

【 0 0 6 7 】

交差位置用タッピングボルト 5 5 に代えて、摩擦接合のためのワンサイドボルトである、いわゆるハック（H u c k）形ワンサイドボルト（以下ハック形ボルトと略称する）であってもよい。ハック形ボルトは、たとえばナットまたはボルト軸部の回転トルクによって、締め付け側と反対側にボルト頭を形成し、その後、予め定める軸力が達成されたとき、ボルト軸部の小径破断部が剪断する構成を有している。

【 0 0 6 8 】

すなわち、ハック形ボルトは基本的に、軸部とその軸部の端部に形成された大径の頭部とを有するボルト軸部であるピンと、この軸部に、頭部から締め付け側である遊端部に向かって順次的に挿通される膨出変形用スリーブと、圧縮力伝達用スリーブと、シャーワッシャと、支持用ワッシャとを含み、さらにナットを含む。軸部には、その頭部から遊端部に向かって、頭部から軸線方向に離間した途中から順次的に、第 1 おねじ部と、小径溝状の破断部と、第 2 おねじ部と、第 3 おねじ部とが形成される。ナットは、第 3 おねじ部から第 2 および第 3 おねじ部にわたって螺合することができる。膨出変形用スリーブは、圧縮力伝達用スリーブよりも低強度であり、軸線方向内方の圧縮力によって半径方向外方に膨出変形する。シャーワッシャは、その内周部が圧縮力伝達用スリーブにおける軸部の遊端部側の端面に当接するとともに、その外周部が支持用ワッシャに、したがって、ナットに受けられて、支持される。シャーレンチ工具は、ナットを回転する第 1 回転駆動部と、第 3 おねじ部に螺合して回転駆動する第 2 回転駆動部とを含む。

【 0 0 6 9 】

シャーレンチ工具の第 1 および第 2 回転駆動部によって、ナットを、ピンと相対的に回転駆動する。これによって膨出変形用スリーブが、頭部と、圧縮力伝達用スリーブおよびシャーワッシャとの間で、軸線方向内方に圧縮されて、締め付け側と反対側である縦リブ 2 0 の閉空間 2 2 内において、ボルト頭である膨出変形頭が形成される。膨出変形頭の外径は、ウエブ 2 6 のボルト挿通孔の内径よりも大きい。ナット 9 5 が、さらに回転駆動されると、シャーワッシャは、圧縮力伝達用スリーブによって、厚み方向に剪断される。この状態では、ウエブ 2 6 と第 1 取付け片 5 1 とは、膨出変形頭と支持用ワッシャを介するナットとの間で、シャーワッシャの剪断に対応するピンの軸力によって、当接されて、摩擦接合される。シャーワッシャの剪断後、さらにナットが回転駆動されると、ピンの軸力の導入が始まる。このシャーワッシャの剪断破壊時におけるハック形ボルトの軸力が発揮されている状態を、一次締めと呼ぶ。

【 0 0 7 0 】

ハック形ボルトの本締めに達成するために、一次締めの後、ナットの回転が阻止された状態で、第 3 おねじ部が回転駆動され、第 1 取付け片 5 1 と、縦リブ 2 0 のウエブ 2 6 とに、ピンのさらに大きな軸力が導入されてゆく。ピンの予め定める軸力が導入されると、ナットに軸線方向外方で破断部がねじられて剪断破壊され、本締めに達成される。こうし

て、ハック形ボルトの本締めによるウエブ 2 6 と第 1 取付け片 5 1 との摩擦接合が完了する。本締めの後、ナットから第 1 転駆動部が脱せられ、剪断された第 3 おねじ部は第 2 回転駆動部から取り外される。

【 0 0 7 1 】

連結部材 5 0 は、横リブ 4 0 のウエブ 4 1 に関して、橋軸方向の一方に設けられてもよいが、橋軸方向の他方にも併せて設けられてもよい。

【 0 0 7 2 】

横リブ 4 0 のウエブ 4 1 の上端部 4 2 は、デッキプレート 1 0 の下面にすみ肉溶接されて固定される。縦リブ 2 0 からの荷重は、確実に横リブ 4 0 に伝えられて、縦桁 3 の支持桁などに支持させることができる。ウエブ 4 1 には、取付けフランジ 2 7 付近にスカラップ 4 3 が設けられ、下フランジ付近にスリット 4 4 が設けられる。

【 0 0 7 3 】

本発明の実施の他の形態では、第 2 取付け片 5 2 と横リブ 4 0 のウエブ 4 1 とを挿通するボルト 5 6 にナットを螺合して摩擦接合を達成する構成に代えて、第 2 取付け片 5 2 から横リブ 4 0 のウエブ 4 1 へ締め込まれるタッピングボルトによる支圧接合であってもよい。

【 0 0 7 4 】

図 1 3 は、図 5 のセクション X I I I を拡大して示す断面図である。図 1 3 には、橋軸直角方向（図 1 3 の左右方向）に隣接する鋼床版 1 の横リブ 4 0 を接合する横リブ継手 8 0 が示される。橋軸直角方向に隣接する鋼床版 1 のデッキプレート 1 0 は、当接されて溶接接合される。横リブ 4 0 のウエブ 4 1 の各遊端部は、隣接するデッキプレート 1 0 に臨むスカラップ 8 1 を有する。

【 0 0 7 5 】

横リブ 4 0 のウエブ 4 1 の各遊端部には、添接部材 8 3、8 4 がそれぞれ当接される。添接部材 8 3、8 4 と横リブ 4 0 のウエブ 4 1 とを挿通するボルト 8 5、8 6 にナットを螺合して摩擦接合し、横リブ 4 0 が橋軸直角方向に連結される。横リブ継手 8 0 において、図 1 3 における各鋼床版 1 の橋軸直角方向に隣接する縦リブ 2 0 もまた、図 5 に関連して前述した縦リブ中心間距離  $c$  と同一値をあけて配置される。添接部材 8 3 は、橋軸直角方向に隣接する連結部材 5 0 相互間の距離に対応して、添接部材 8 4 よりも小さい幅に選ばれ、添接部材 8 3、8 4 の大小に応じて、ボルト 8 5、8 6 の本数の大小が定められる。

【 0 0 7 6 】

添接部材 8 3、8 4 は、ウエブ 4 1 の一方面（図 1 3 の紙面上方に臨む面）と他方面（図 1 3 の紙面下方に臨む面）にも併せて設けられ、共通のボルト 8 5、8 6 とナットによって固定される。本発明の実施の他の形態では、ボルト 8 5、8 6 とナットとによる摩擦接合に代えて、添接部材 8 3、8 4 とウエブ 4 1 とに形成された支圧接合用下穴に締め込まれるタッピングボルトによる支圧接合であってもよい。

デッキプレート 1 0 の下面には、橋軸直角方向に隣接する閉断面縦リブ 2 0 の間で、横リブ 4 0 のウエブ 4 1 の横リブ上端部 4 2 が溶接接合される。

横リブ 4 0 のウエブ 4 1 には、橋軸直角方向の横リブ上端部 4 2 に関して両側で、縦リブ間隔スカラップ 4 3 が、デッキプレート 1 0 の下面における平板状取付けフランジ 2 7 の橋軸直角方向外方位置（図 5 を参照。その図 5（1）の一部 X I の拡大である図 1 1 の右側の平板状取付けフランジ 2 7 の右方の位置、および図 1 1 の左側の平板状取付けフランジ 2 7 の左方の位置）から、図 1 1、図 1 3 のとおり、橋軸直角方向に、平板状ウエブ 2 6 の縦リブ本体上端部 2 4（すなわち、縦リブ本体 2 3 の平板状ウエブ 2 6 と前記凸の弯曲部分との連なる部分。図 1）付近にまで連なり、かつ、図 1 1、図 1 3 のとおり、タッピングボルト 3 0 のボルト頭 3 1 よりも下方に、形成される。

横リブ 4 0 のウエブ 4 1 の橋軸直角方向の端部には、外方スカラップ 8 1 が形成され、この外方スカラップ 8 1 は、横リブ 4 0 の橋軸直角方向最外方に配置される閉断面縦リブ 2 0 の縦リブ本体 2 3 の橋軸直角方向最外方にある縦リブ本体上端部 2 4 付近から、橋軸

10

20

30

40

50

直角方向に、横リブ40のウェブ41の最外方にまで連なり、かつ、タッピングボルト30のボルト頭31よりも下方に、形成される。

横リブ40のウェブ41には、スリット44が、図5、図11、図13、図20に示されるとおり、閉断面縦リブ20の縦リブ本体23の平板状下フランジ25および前記凹の弯曲部分の付近を外囲して形成される。橋軸直角方向に隣接する各デッキプレート10は、当接されて溶接接合される。橋軸直角方向に隣接する前記各デッキプレート10の相互に近接した閉断面縦リブ20は、前記縦リブ中心間距離Cと同一値をあけて配置される。

縦桁3のウェブは、図5、図6、図20のとおり、デッキプレート10の下面に、橋軸直角方向の閉断面縦リブ20の間に配置されてデッキプレート10が縦桁3の上フランジを構成する。

#### 【0077】

図14は図7のセクションXIVを拡大して示す断面図であり、図15は図14の切断面線XV-XVから見た断面図であり、図16は図14の切断面線XVI-XVIから見た断面図であり、図17は図16の切断面線XVII-XVIIから見た断面図である。これらの図面を参照して、図14には、橋軸方向(図14の左右方向)に隣接する鋼床版1の縦リブ20を接合する縦リブ継手60が示される。橋軸方向に隣接する鋼床版1のデッキプレート10は当接されて溶接接合される。縦リブ20のウェブ26の各遊端部は、隣接するデッキプレート10に臨むスカラップ68を形成する。縦リブ20の下フランジ25の各遊端部には、橋軸方向に開放して相互に対向して対を成す切欠き37がそれぞれ形成され、これらの対向する一対の切欠き37は、作業者が腕などを挿入して縦リブ継手60を構成する作業をするためのハンドホール62を形成する。縦リブ20のウェブ26の各遊端部には、その外方および閉空間22内で、添接部材63、64がそれぞれ当接され、高力ボルト65およびナット66によって接合されて、縦リブ20が橋軸方向に連結される。

#### 【0078】

ハンドホール62は、蓋部材72によって開閉自在に閉じられる。蓋部材72は、ハンドホール62を縦リブ20の内方の下フランジ25上で覆う矩形の蓋板73を有する。蓋板73における橋軸方向(図16、図17の左右方向)の両端部の4個所の隅角部には、橋軸方向外方に開放した係止用切欠き74がそれぞれ形成される。係止用切欠き74に対応して下フランジ25に形成されるボルト挿通孔75には、ボルト76の軸部が緩やかに挿通し、そのボルト頭は係止用切欠き74およびボルト挿通孔75を挿通できずに縦リブ20の内方で蓋板73および下フランジ25の上面に係止する寸法形状に選ばれる。ボルト76の軸部は、係止用切欠き74を蓋板73における橋軸方向外方に挿脱自在である。U字状の把手79は、蓋板73の下部に固定され、作業者が蓋板73をハンドホール62の外方から取扱う操作を容易にする。

#### 【0079】

ハンドホール62を開いた状態で、添接部材64およびボルト65を縦リブ20の内方へ持込み、添接部材63およびナット66とともに、橋軸方向に隣接するウェブ26を接続する。その後、ハンドホール62を蓋部材72によって閉じる。

#### 【0080】

図18は、ハンドホール62を蓋部材72によって閉じて図17の状態にする作業の操作を説明するための断面図である。まず、図18(1)のとおり、縦リブ20の内方でボルト76の軸部をボルト挿通孔75に挿通し、下フランジ25の上面にボルト頭を係止する。次に、図18(2)のとおり、縦リブ20内へハンドホール62を経て蓋板73を搬入し、縦リブ20の外方から、ボルト76の下方に突出している軸部を作業者の手の指77で押上げた状態で、蓋板73の係止用切欠き74へ、ボルト76のボルト頭と下フランジ25の上面との間で、ボルト76の軸部を入り込ませる。その後、ボルト76の軸部から指77を離して、下方に突出している軸部にナット78を螺合する。こうして、図17のように、蓋板73を下フランジ25へ固定してハンドホール62を蓋部材72によって閉じる。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 8 1 】

縦リブ 2 0 の両遊端部付近におけるスカラップ 6 8、ハンドホール 6 2 およびボルト挿通孔 7 5 よりも橋軸方向内方には、防錆、防食のために閉空間 2 2 を大気と気密に仕切るための仕切り板 3 8 が縦リブ 2 0 の内周面とデッキプレート 1 0 の下面とにわたって溶接されて固定される。デッキプレート 1 0 と縦リブ 2 0 の取付けフランジ 2 7 とを前述のように支圧接合によって固定した後、デッキプレート 1 0 と取付けフランジ 2 7 との当接部分に、外方からシール材を塗布して隙間を塞ぎ、閉空間 2 2 の気密を確実にし、さらに外表面の合成樹脂調合塗料などによる防錆を施す。

## 【 0 0 8 2 】

図 1 9 は、図 8 のセクション X I X を拡大して示す断面図である。鋼床版 1 を支持して 10  
橋軸方向（図 1 9 の左右方向）に隣接する縦桁 3 は、縦桁継手 9 0 によって連結される。

## 【 0 0 8 3 】

縦桁 3 は、ウェブ 9 1 と、その上フランジとしてのデッキプレート 1 0 と、下フランジ 9 3 とを有する。橋軸方向に隣接する上フランジとしてのデッキプレート 1 0 の各遊端部は溶接接合され、ウェブ 9 1 の各遊端部は、隣接する上フランジとしてのデッキプレート 1 0 に臨むスカラップ 9 4 を形成する。

隣接するウェブ 9 1 の各遊端部には、添接部材 9 5 が当接される。ウェブ 9 1 と、そのウェブ 9 1 の一方面に当接する添接部材 9 5 と、ウェブ 9 1 の他方面に当接するもう一つの添接部材とは、ボルト 9 6 が挿通し、そのボルト 9 6 にナットを螺合して摩擦接合される。下のフランジ 9 3 には、上下 2 つの添接部材 9 7、9 8 が添接されて接合される。 20

## 【 0 0 8 4 】

図 2 0 は、本発明の実施の他の形態における鋼床版 1 を使用する橋梁の一部を橋軸に垂直な切断面から見た断面図であり、前述の図 5 に対応する。この実施の形態は、前述の実施の形態に類似し、対応する部分には、同一の参照符を付し、または添え字 a を追加して付す。注目すべきは、縦リブ 2 0 が横リブ 4 0 のウェブ 4 1 を貫通して連続する交差位置で、前述の実施の形態における L 字状連結部材 5 0 による接合に代えて、縦リブ 2 0 のウェブ 2 6 と横リブ 4 0 のウェブ 4 1 とが、次の図 2 1 における参照符 4 5、4 6 の部分で隅肉溶接される。

## 【 0 0 8 5 】

図 2 1 は、図 2 0 のセクション X X I を拡大して示す断面図であり、前述の図 1 3 に対応する。横リブ継手 8 0 a は、橋軸直角方向（図 2 1 の左右方向）に隣接する鋼床版 1 の横リブ 4 0 を接合する。横リブ 4 0 のウェブ 4 1 の各遊端部には、添接部材 8 4 a が当接される。添接部材 8 4 a と横リブ 4 0 のウェブ 4 1 とを挿通するボルト 8 6 a にナットを螺合して摩擦接合し、横リブ 4 0 が橋軸直角方向に連結される。図 2 1 における前述した縦リブ中心間距離 C が得られるように、縦リブ 2 0 間では、添接部材 8 4 a の上部分 8 9 の幅が上方になるにつれて小さく形成される。図 2 0、図 2 1 の実施の形態における残余の構成は、図 1 ~ 図 1 9 の実施の形態と実質的に同様である。 30

## 【 0 0 8 6 】

図 2 2 は、本発明の実施のさらに他の形態を示す断面図である。この実施の形態では、前述の自らねじ切りをしながら進むタッピングボルト 3 0、5 5 に代えて、めねじが立てられて 40  
いるめねじ孔 1 2 9、1 1 5 に螺着される支圧接合用ボルトであるタップボルト 1 3 0 が使用されて、デッキプレート 1 0 と縦リブ 2 0 の取付けフランジ 2 7 との支圧接合が達成される。図 2 2 ( 1 ) は、鋼床版 1 におけるタップボルト 1 3 0 によって、デッキプレート 1 0 と縦リブ 2 0 の取付けフランジ 2 7 とが支圧接合している構成を、鋼床版 1 が橋梁に使用されている状態で、示す拡大断面図である。タップボルト 1 3 0 は、六角のボルト頭 1 3 1 と、座金部 1 3 2 と、軸部 1 3 3 とが一体的に形成される。軸部 1 3 3 には、その首下長さの全長にわたって、おねじ山が刻設される。この図 2 2 ( 1 ) に示されるタップボルト 1 3 0 による支圧接合は、図 2 2 ( 2 ) および図 2 2 ( 3 ) に示される操作の順に行なわれる。鋼床版 1 は、工場では、図 2 2 ( 1 ) の上下を逆にした、図 2 2 ( 2 ) および図 2 2 ( 3 ) に示される状態で、タップボルト 1 3 0 が取付けフランジ 2 7 が 50

らデッキプレート10へねじ締め込まれて進み、鋼床版1が製造される。このような工場での製造作業は、作業者が、いわば下向き施工で行なうことができ、作業性が良好である。

【0087】

図22(2)は、タップボルト130のためのめねじ孔129、115を形成するために、デッキプレート10と縦リブ20の取付けフランジ27とに、直円筒形下穴114、128が削孔された状態を示す断面図である。縦リブ20の取付けフランジ27に予め形成された下穴128によって、ドリル工具16の刃物17を案内し、デッキプレート10に下穴114を削孔する。

【0088】

図22(3)は、下穴128、114にタップを使用してめねじを立てて、めねじ孔129、115をそれぞれ形成した状態を示す断面図である。下穴128、114に刻設されためねじ孔129、115に共通に、タップボルト130が螺合されて、デッキプレート10と縦リブ20の取付けフランジ27とが支圧接合される。めねじ孔129、115は、タップボルト130が直接にねじ込まれることによって、ねじ接合するように形成される。

【0089】

寸法の一例を述べると、下穴128、114の内径D128、D114はいずれも、14.0mmであり、タップボルト130の外径D130は、16mmである。

【0090】

本発明の実施の他の形態では、図22(2)における縦リブ20の取付けフランジ27に予め形成された直円筒形下穴128に代えて、めねじ孔129が予め刻設されていてもよい。

【0091】

本発明の実施の他の形態では、タッピングボルト30、55、タップボルト130に代えて、自らねじ切りをしつつ進み、めねじを塑性変形によって、または切削加工して形成して、ねじ接合するボルトまたはねじであってもよく、さらにまた、いわゆるスレッドフォーミングスクリュー、タッピングねじおよびタップボルトなどであってもよい。

【0092】

図23は、タッピングボルト30のボルト頭31の緩み確認用マーキングを施した状態を示す斜視図である。ボルト頭31から縦リブ20の取付けフランジ27にわたって塗料36を線状に塗布してマーキングする。これによって、タッピングボルト30が締め込まれた後、緩んだか否かを容易に目視確認することができる。同様なマーキングは、交差位置用タッピングボルト55、タッピングボルト130、ボルト56など、およびナット66などに関連してもまた実施される。ボルト頭31、縦リブ20、デッキプレート10の下面にわたって、防食のために、防錆塗料または合成樹脂調合塗料などの塗料が塗布される構成では、タッピングボルト30が緩んだか否かは、その塗料のひび割れを目視確認することによって、点検することができ、このことは、ボルト55、130などに関しても同様である。

【0093】

図24は、本発明の実施の他の各形態における閉断面縦リブ20a~20cをそれぞれ示す断面図である。前述の縦リブ20に代えて、これらの縦リブ20a~20cであってもよい。図24(1)は、丸形閉断面リブ20aの断面を示す。デッキプレート10を補剛する縦リブ20aは、デッキプレート10の下面とともに橋軸方向に延びる閉空間を形成する縦リブ本体23aと、縦リブ本体23aの上端部にそれぞれ連なって橋軸直角方向に外向きに形成される取付けフランジ27aとを有する。縦リブ本体23aは、下に凸の円弧状下フランジ25aと、下フランジ25aの両側部にそれぞれ連なって立上がるウエブ26aとを有する。

【0094】

図24(2)はV形閉断面リブ20bの断面を示し、図24(3)はY形閉断面リブ2

10

20

30

40

50

0 c の断面を示す。縦リブ本体 2 3 b、2 3 c の縦リブ本体 2 3 b、2 3 c は、平板状の対を成すウェブから成り、下フランジを有さない。これらの各ウェブには、取付けフランジ 2 7 b、2 3 c が外向きにそれぞれ連なる。図 2 3 の実施の各形態におけるその他の構成は、前述の実施の形態と同様である。このような、およびその他の構成も、本発明の精神に含まれる。

【産業上の利用可能性】

【0095】

本発明の鋼床版を使用して、プレートガーダー、箱桁などの桁橋、トラス橋、吊橋およびその他の広範囲の構造形式の橋梁を実現できる。

【符号の説明】

【0096】

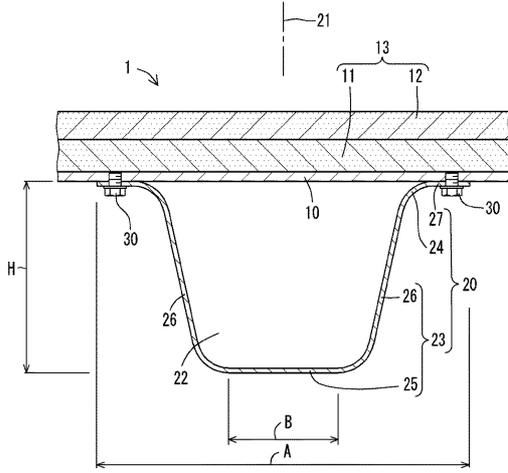
- 1 鋼床版
- 3 縦桁
- 10 デッキプレート
- 13 アスファルト舗装
- 14、28、53、114、128 支圧接合用下穴
- 20 縦リブ
- 22 閉空間
- 23、23a~23c 縦リブ本体
- 25、25a 下フランジ
- 26、26a、41 ウェブ
- 27、27a~27c 取付けフランジ
- 30 タッピングボルト
- 40 横リブ
- 50 連結部材
- 51 第1取付け片
- 52 第2取付け片
- 55 交差位置用タッピングボルト
- 60 縦リブ継手
- 80、80a 横リブ継手
- 90 縦桁継手
- 130 タップボルト

10

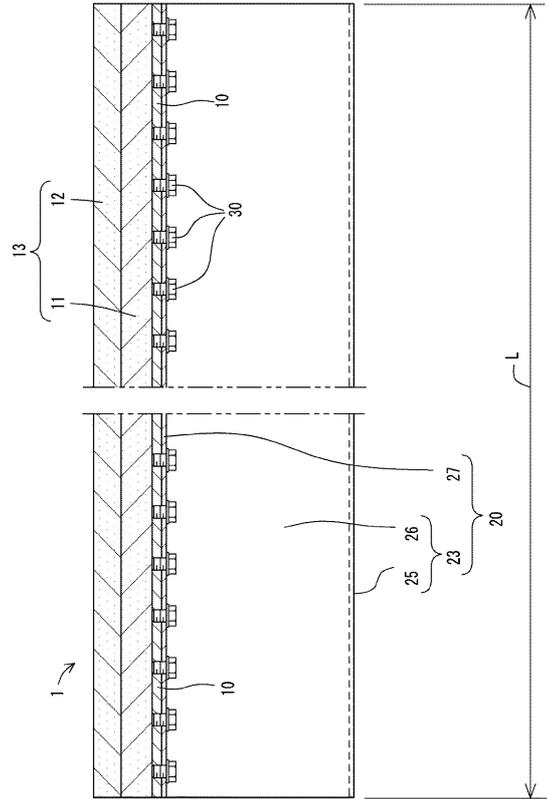
20

30

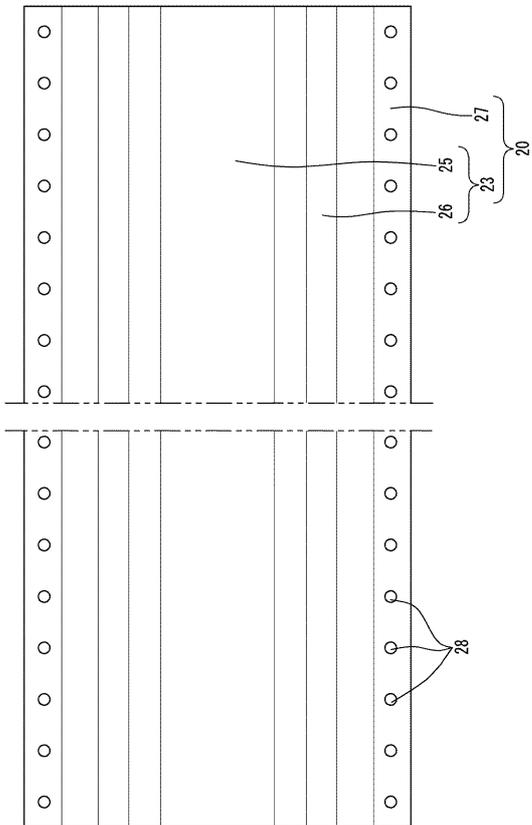
【図 1】



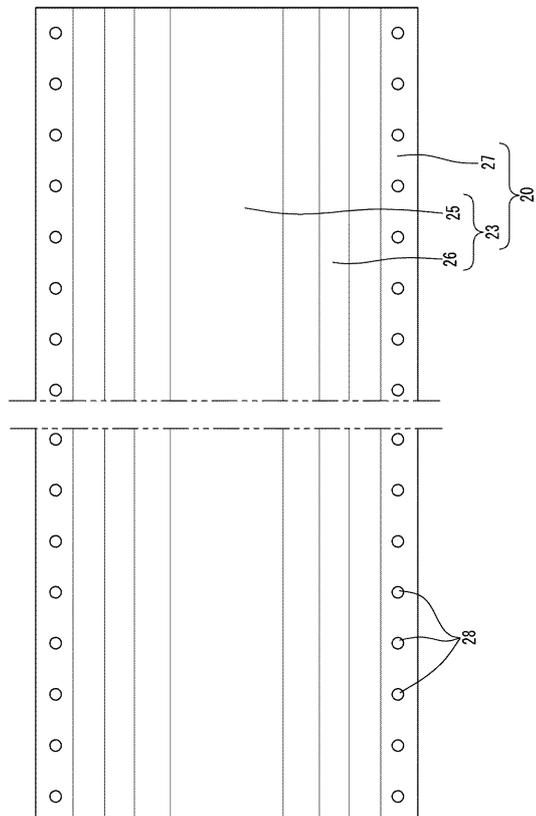
【図 2】



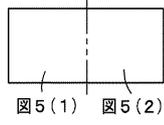
【図 3】



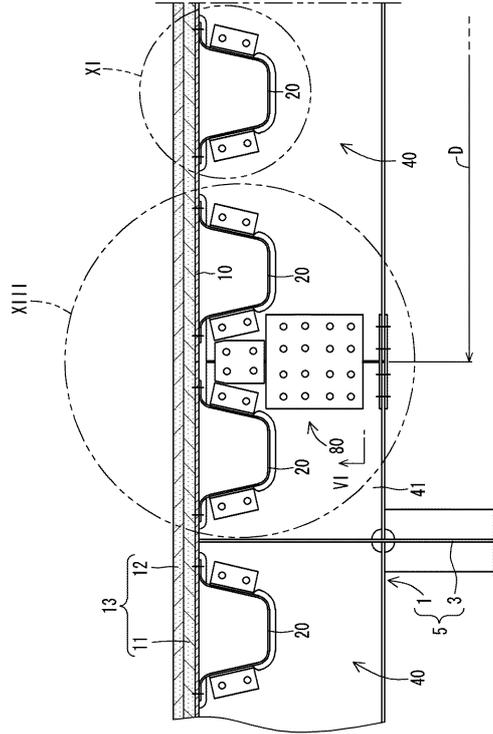
【図 4】



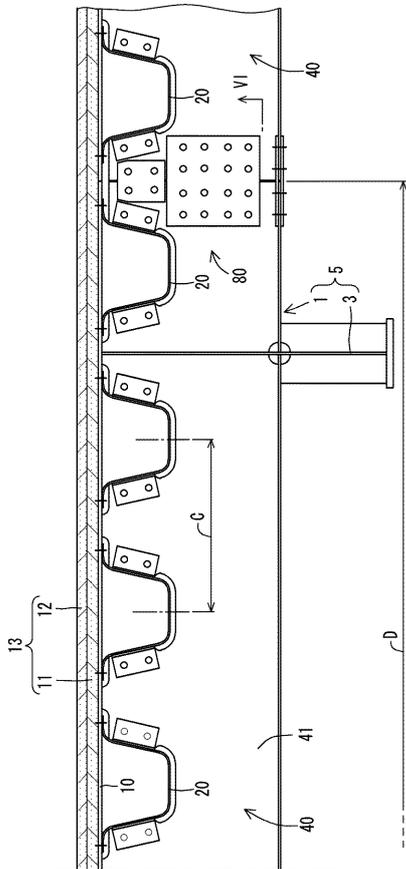
【 図 5 】



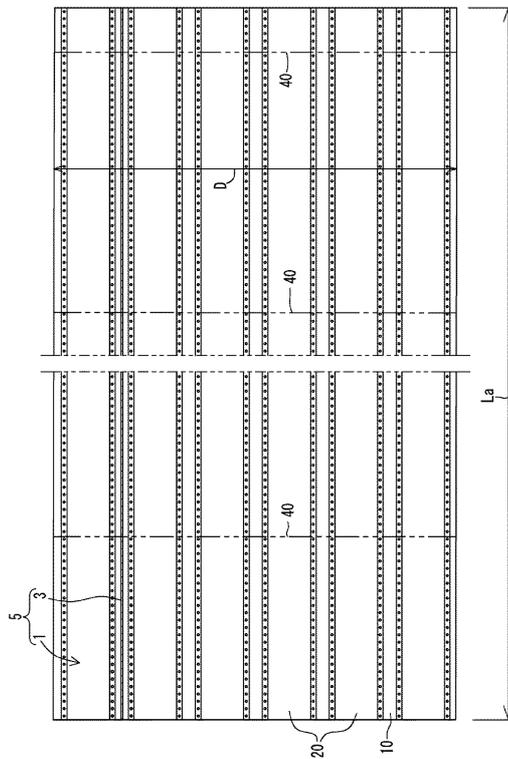
【 図 5 ( 1 ) 】



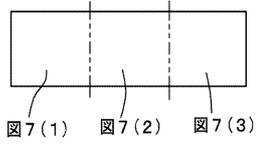
【 図 5 ( 2 ) 】



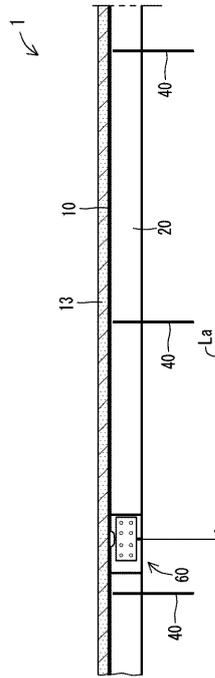
【 図 6 】



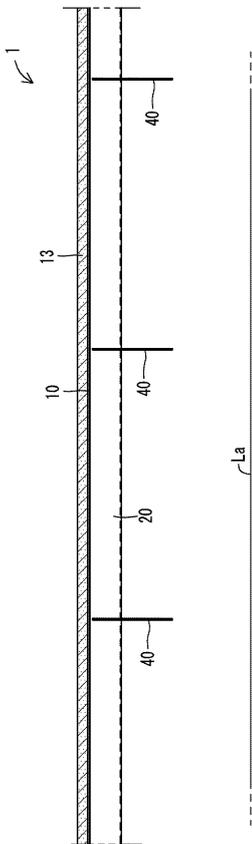
【図 7】



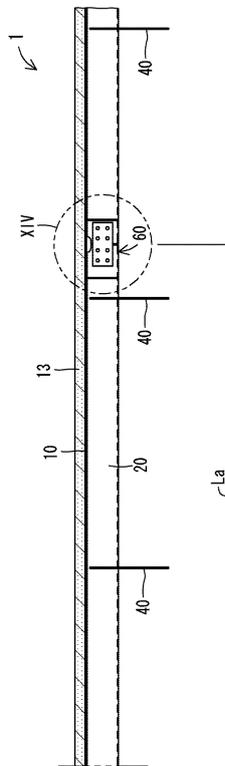
【図 7 ( 1 )】



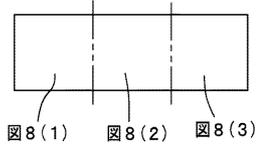
【図 7 ( 2 )】



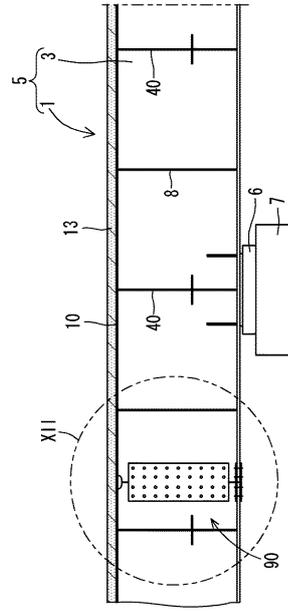
【図 7 ( 3 )】



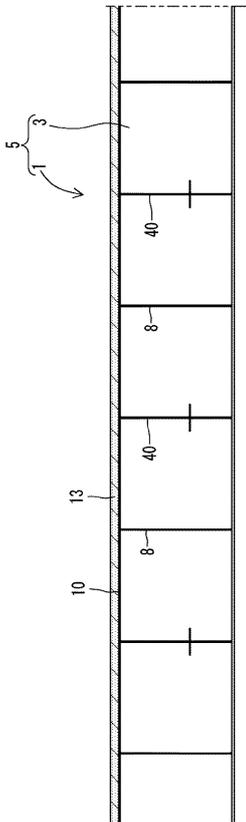
【 図 8 】



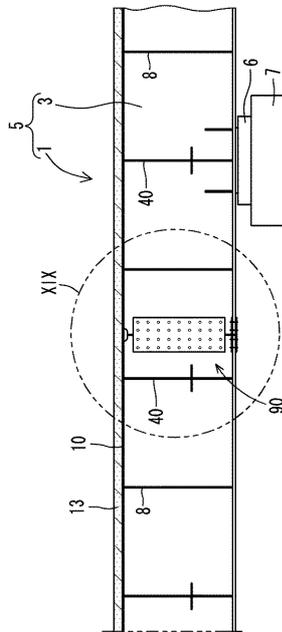
【 图 8 ( 1 ) 】



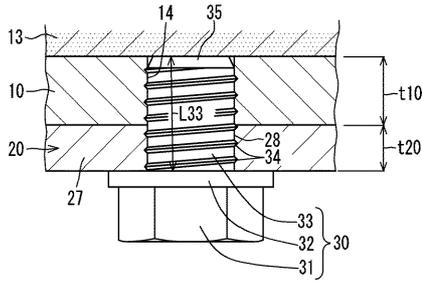
【 图 8 ( 2 ) 】



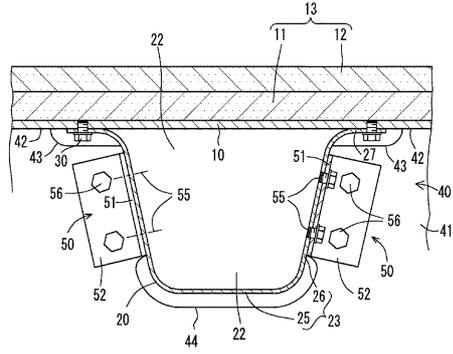
【 图 8 ( 3 ) 】



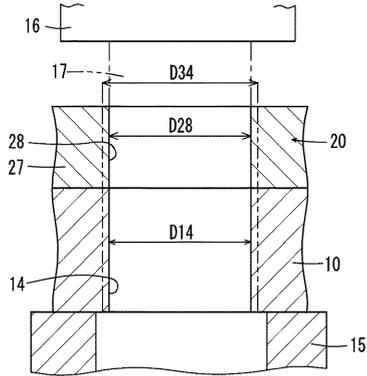
【図 9】



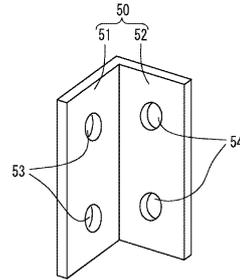
【図 1 1】



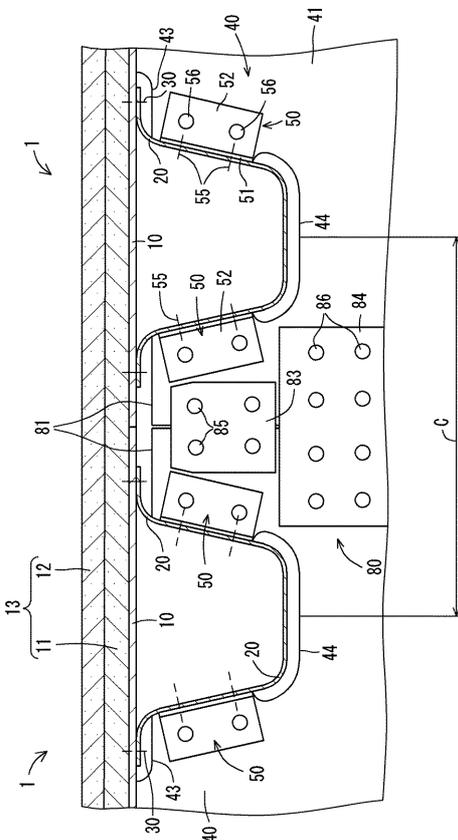
【図 1 0】



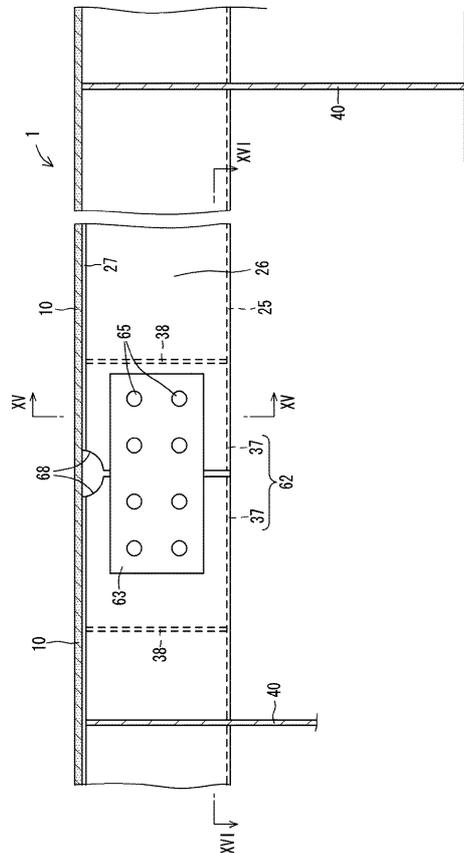
【図 1 2】



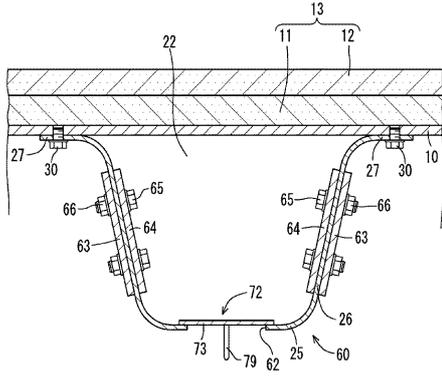
【図 1 3】



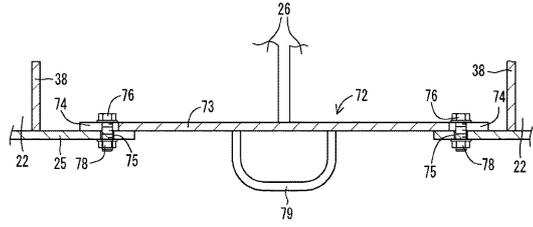
【図 1 4】



【図 15】

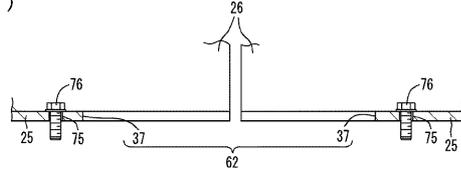


【図 17】

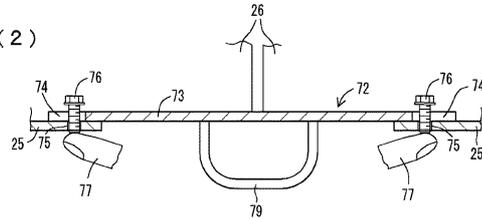


【図 18】

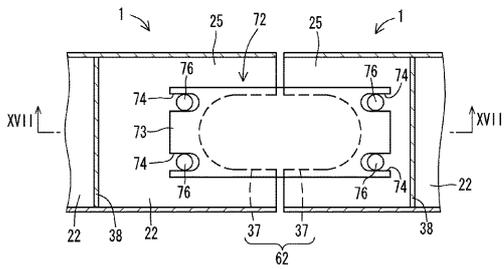
(1)



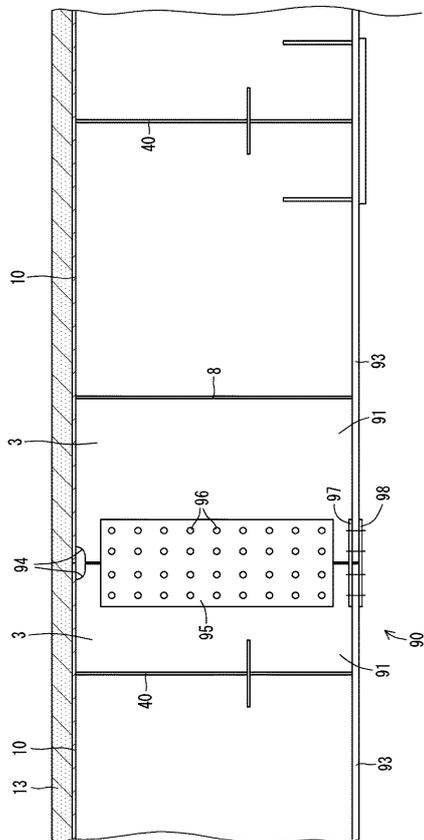
(2)



【図 16】



【図 19】



【図 20】

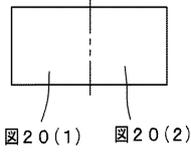
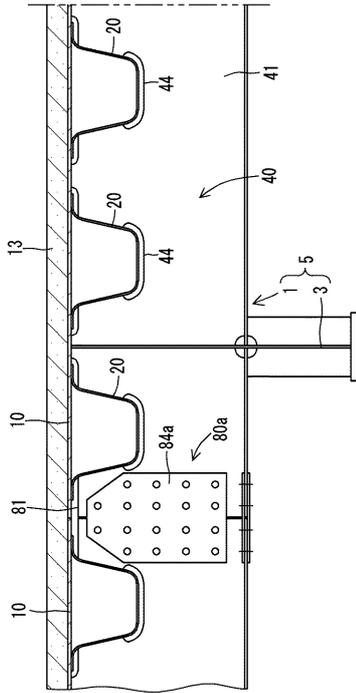
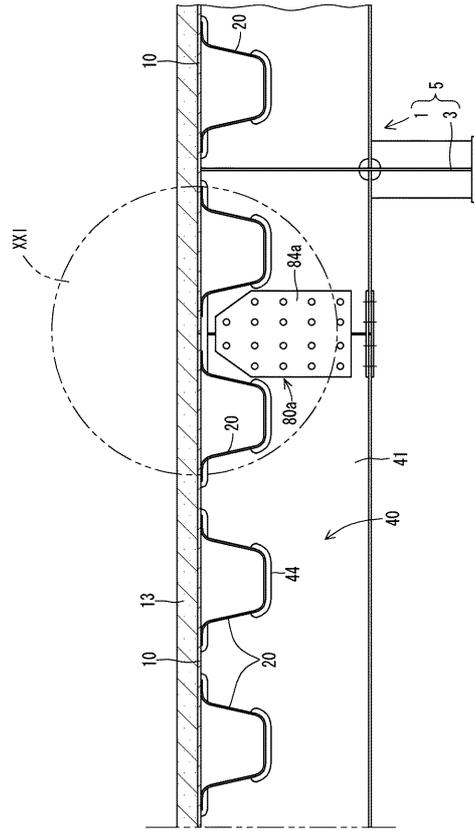


図 20(1) 図 20(2)

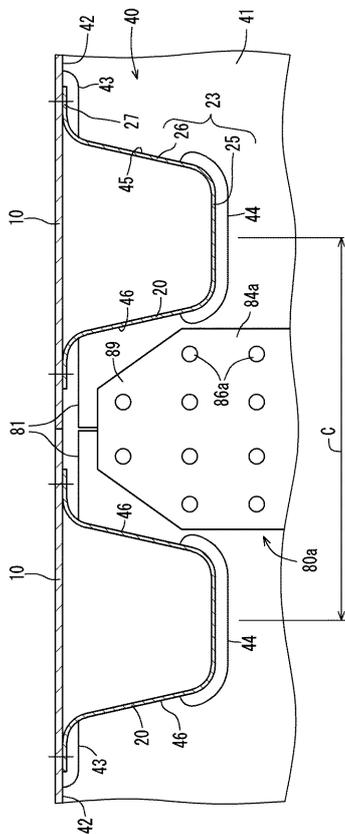
【図20(1)】



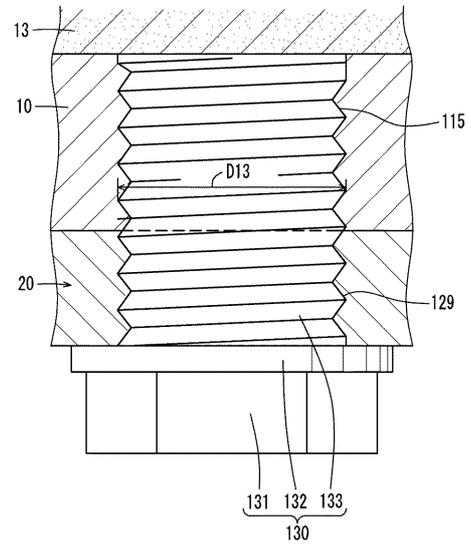
【図20(2)】



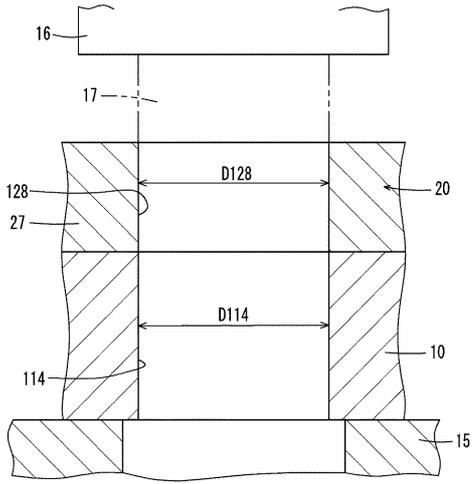
【図21】



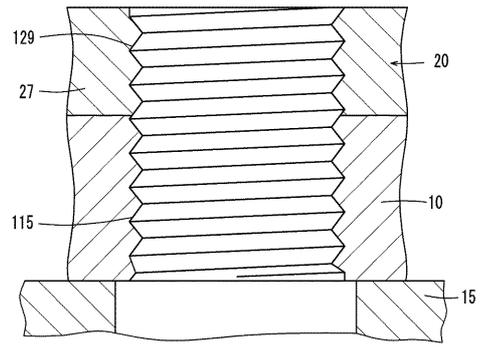
【図22(1)】



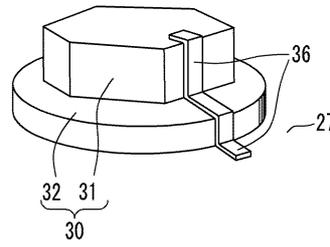
【図 2 2 ( 2 )】



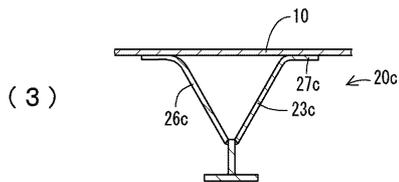
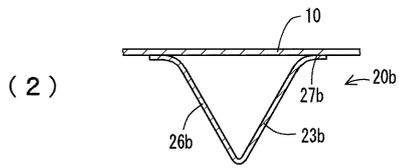
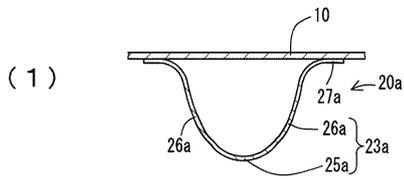
【図 2 2 ( 3 )】



【図 2 3】



【図 2 4】



---

フロントページの続き

(72)発明者 森山 彰

兵庫県神戸市中央区小野柄通四丁目1番22号 本州四国連絡高速道路株式会社内

(72)発明者 溝上 善昭

兵庫県神戸市中央区小野柄通四丁目1番22号 本州四国連絡高速道路株式会社内

審査官 亀谷 英樹

(56)参考文献 特開2015-194047(JP,A)

韓国公開特許第10-2009-0067938(KR,A)

特開2007-182684(JP,A)

特開2007-077749(JP,A)

特開2003-301412(JP,A)

特開2002-246128(JP,A)

特開2001-035606(JP,A)

特開2007-197962(JP,A)

特開2008-231718(JP,A)

特開2008-231719(JP,A)

特開2000-073316(JP,A)

特開2008-285870(JP,A)

特開2016-069808(JP,A)

特開2006-045833(JP,A)

特開2008-280758(JP,A)

特開2017-071958(JP,A)

米国特許出願公開第2009/0077758(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

E01D 1/00-24/00