

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6861431号  
(P6861431)

(45) 発行日 令和3年4月21日(2021.4.21)

(24) 登録日 令和3年4月1日(2021.4.1)

(51) Int.Cl. F I  
E O 1 D 19/12 (2006.01) E O 1 D 19/12

請求項の数 4 (全 16 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2016-244669 (P2016-244669)</p> <p>(22) 出願日 平成28年12月16日(2016.12.16)</p> <p>(65) 公開番号 特開2018-96184 (P2018-96184)</p> <p>(43) 公開日 平成30年6月21日(2018.6.21)</p> <p>審査請求日 令和1年11月21日(2019.11.21)</p> <p>特許法第30条第2項適用 平成28年度土木学会全国大会第71回年次学術講演会講演概要集(平成28年8月1日発行)に発明者が公開</p>	<p>(73) 特許権者 592254526 学校法人五島育英会 東京都渋谷区道玄坂1丁目10番7号</p> <p>(74) 代理人 100097113 弁理士 堀 城之</p> <p>(74) 代理人 100162363 弁理士 前島 幸彦</p> <p>(72) 発明者 横山 薫 東京都世田谷区等々力八丁目15番1号 東京都市大学総合研究所内</p> <p>(72) 発明者 三木 千壽 東京都世田谷区玉堤一丁目28番1号 東京都市大学内</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 鋼床版インスタント橋

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

橋軸方向に配置された主桁と、前記主桁に設置された鋼床版パネルとを有し、  
前記鋼床版パネルは、鋼板、橋軸方向の縦リブおよび橋軸方向に対して垂直方向の横リブを具備し、

前記縦リブは矩形形状の平板で、前記縦リブの上端面が前記鋼板に溶接接続され、

前記横リブは、平板状の横リブウェブおよび前記横リブウェブの下端縁に設けられた横リブ下フランジを具備する断面T字状の鋼材で、前記横リブウェブに矩形形状のスリットが形成され、

前記スリットに前記縦リブが侵入し、前記スリットと前記縦リブとの交差部において前記縦リブの両側面および下端面が前記横リブウェブに溶接接続され、かつ、前記横リブウェブの上端面が前記鋼板に溶接接続され、

前記主桁は、平板状の主桁ウェブと前記主桁ウェブの両端にそれぞれ設けられた主桁上フランジおよび主桁下フランジとを具備した断面H字状に圧延された鋼材で、前記主桁ウェブ、前記主桁上フランジおよび前記主桁下フランジを接続する主桁スティフナーを具備し、

前記鋼板は前記主桁上フランジにボルト/ナットによって接続され、

前記横リブ下フランジは、前記主桁ウェブにスプリット・ティーを介してボルト/ナットによって接続され、

前記横リブウェブは、前記主桁スティフナーにスプライスプレートを介してボルト/ナ

10

20

ットによって接続されている鋼床版インスタント橋。

【請求項 2】

平板状の支持材ウェブと、前記支持材ウェブの両端にそれぞれ設けられた支持材上フランジおよび支持材下フランジと、前記支持材ウェブ、前記支持材上フランジおよび支持材下フランジを接続する支持材スティフナーとを具備する鋼床版支持材を有し、

前記鋼板と前記主桁上フランジとの接続に代えて、前記鋼板は前記支持材上フランジにボルト/ナットによって接続され、前記主桁上フランジは前記支持材下フランジにボルト/ナットによって接続され、

前記横リブウェブは、前記支持材スティフナーにスプライスプレートを介してボルト/ナットによって接続されていることを特徴とする請求項 1 記載の鋼床版インスタント橋。

10

【請求項 3】

前記縦リブと前記横リブとを溶接接続する溶接線の溶接始端および溶接終端は、前記縦リブの一方の側面および他方の側面にそれぞれ位置することを特徴とする請求項 1 または 2 記載の鋼床版インスタント橋。

【請求項 4】

前記縦リブと前記横リブとを溶接接続する溶接線と、前記縦リブと前記鋼板とを溶接接続する溶接線と、前記横リブと前記鋼板とを溶接接続する溶接線とは、交差することを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれか 1 項に記載の鋼床版インスタント橋。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

20

【0001】

本発明は鋼床版インスタント橋、特に、縦リブおよび横リブによって補剛された鋼床版パネルを具備する鋼床版インスタント橋に関する。

【背景技術】

【0002】

日本には約 7 2 万橋の橋梁があり、その約 7 4 % は橋長が 2 m 以上 1 5 m 未満である（以下、かかる橋長の橋梁を「小支間橋梁」と称す）。小支間橋梁は、橋軸に対して平行に配置された主桁に床版（床板と称す場合がある）が設置されるものであって、床版には主に鋼材からなる鋼床版、主にコンクリートからなるコンクリート床版、鋼材およびコンクリートからなる合成床版がある。以下、鋼床版を有する橋梁を「鋼床版橋」と、コンクリート床版を有する橋梁を「コンクリート床版橋」と、合成床版を有する橋梁を「合成床版橋」とそれぞれ称す。

30

【0003】

鋼床版を形成する鋼板（デッキプレートに同じ）は、主桁に対して平行に配置された縦リブ（縦梁と称す場合がある）と、主桁に対して垂直（以下「橋幅方向」と称す）に配置された横リブ（横梁と称す場合がある）とによって補剛されている。すなわち、鋼板の下面に縦リブおよび横リブが溶接接続され、さらに、縦リブと横リブとの交差部（以下「リブ交差部」と称す）も溶接接続されている。そして、鋼板の上面に、アスファルト等の舗装が施されるものである。

一方、合成床版は、これを形成する鋼板の上面にコンクリートが敷設されるものであって、該鋼板は鋼床版と同じように縦リブおよび横リブによって補剛されることがある。このとき、縦リブおよび横リブはコンクリート中に埋設される。

40

【0004】

縦リブは、閉塞空間を形成する台形状の U リブ等と、閉塞空間を形成しないバルブリブや平リブ等に大別される。U リブは、台形の斜辺に相当する側面と台形の上辺に相当する下面とを有する鋼材であって、側面の上側縁（下面とは反対側の側縁）が鋼板に溶接接続され、断面台形状の閉塞空間を形成する。

横リブは断面 T 字状であって、ウェブの一方の側縁（上側縁）が鋼板に溶接接続され、他方の側縁（下側縁）にフランジを具備する。そして、ウェブには縦リブが侵入可能な台形状の切り欠き部が形成され、リブ交差部（切り欠き部）において U リブの両側面は横リ

50

ブに溶接接続される。

【0005】

なお、切り欠き部の最奥には「下部スカラップ」が設けられている。このため、Uリブと横リブとの溶接線は鋼板（デッキプレート）と下部スカラップとの間に形成され、一方の側面側の溶接線と他方の側面側の溶接線とは下部スカラップを挟んで離隔している。すなわち、Uリブの下面と切り欠き部の最奥との間には隙間が形成され、Uリブと横リブとの溶接線は「溶接端点（溶接始端および溶接終端を「溶接端点」と称す）」を有している。

【0006】

一方、平リブは平板であって、このとき、横リブには該平板が挿入可能な矩形のスリットが形成され、スリットの口元には「上部スカラップ」が設けられ、スリットの最奥には「下部スカラップ」が設けられている。

そして、平リブの上端縁が鋼板に溶接接続された状態で、平リブは横リブのスリットに侵入して、リブ交差部において平リブの一方の側面が横リブに溶接接続され、平リブの他方の側面と横リブとの間に隙間が形成される。

このため、平リブと横リブとの溶接線は一方の側面のみにおいて、上部スカラップと下部スカラップとの間に形成され、溶接端点を有している。また、上部スカラップにおいて、平リブと横リブとの溶接線は、平リブと鋼板との溶接線から離隔し、横リブと鋼板との溶接線からも離隔している。

【0007】

鋼床版には、走行する車両による複雑な荷重（以下「輪荷重」と称す）が繰り返し作用するため、鋼板には複雑な曲げモーメントが繰り返し発生することになる。このとき、縦リブは鋼板を橋軸方向に補剛して主に橋軸方向の応力が発生し、横リブは鋼板を橋幅方向に補剛して主に橋幅方向の応力が発生するため、リブ交差部には縦リブの変形および横リブの変形の両方が集積して極めて複雑な局部変形が生じ、集中した局部応力が生じる。

さらに、縦リブは、前記のようなリブ交差部における溶接接続の形態によって、局部応力の集中が一層複雑さを増している。このため、鋼床版橋は、特に溶接端点において疲労亀裂が発生する傾向にあり、かかる疲労亀裂の発生を抑制しようとする発明が開示されている（例えば、特許文献1参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0008】

【特許文献1】特開2013-245459（第6-8頁、図5）

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

特許文献1に開示された発明（鋼床版及びこれを備えた鋼床版橋）において、鋼床版は、Uリブと、Uリブが侵入可能な台形状の切り欠き部がウェブに形成された横リブとを有し、切り欠き部の最奥に連続して下部スカラップが設けられている。

また、切り欠き部の最奥（台形の上辺に相当する下縁）に連続して、切り欠き部の側縁（台形の斜辺に相当する）に平行な湾曲部が形成され、切り欠き部の奥側の所定範囲と湾曲部との間には、略短冊状の細幅部材が形成されている。

したがって、Uリブはリブ交差部において切り欠き部の口元側では横リブのウェブに溶接接続され、切り欠き部の奥側では細幅部材に溶接接続されているから、かかる溶接線は、Uリブと鋼板との溶接線に連続している（重なっている）ものの、細幅部材の下端部において下部スカラップに面した溶接端点を有する。

そうすると、細幅部材（特に奥側）はウェブに比較して剛性が低く、変形が容易であるため、溶接端点における応力集中が緩和されることから、溶接端点における疲労亀裂の発生が抑制されている。

【0010】

10

20

30

40

50

しかしながら、特許文献 1 に開示された発明は、リブ交差部において下部スカラップに面した溶接端点が形成されるため、溶接端点から溶接亀裂が発生するという問題があった。

また、閉塞空間を形成することから、片面溶接になるため、全肉厚に渡って溶け込まないおそれがあり、Uリブと横リブとの溶接線から疲労亀裂が発生するという問題があった。

また、横リブは主桁に溶接接続されているため、架け替えや新規設置の際、施工期間が長くなるという問題があった。

#### 【 0 0 1 1 】

本発明は、かかる問題を解消するものであって、リブ交差部における溶接線からの疲労亀裂の発生を抑制可能および施工期間を短縮可能な鋼床版インスタント橋を提供することにある。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【 0 0 1 2 】

( 1 ) 本発明に係る鋼床版インスタント橋は、橋軸方向に配置された主桁と、前記主桁に設置された鋼床版パネルとを有し、

前記鋼床版パネルは、鋼板、橋軸方向の縦リブおよび橋軸方向に対して垂直方向の横リブを具備し、

前記縦リブは矩形形状の平板で、前記縦リブの上端面が前記鋼板に溶接接続され、

前記横リブは、平板状の横リブウェブおよび前記横リブウェブの下端縁に設けられた横リブ下フランジを具備する断面 T 字状の鋼材で、前記横リブウェブに矩形形状のスリットが形成され、

前記スリットに前記縦リブが侵入し、前記スリットと前記縦リブとの交差部において前記縦リブの両側面および下端面が前記横リブウェブに溶接接続され、かつ、前記横リブウェブの上端面が前記鋼板に溶接接続され、

前記主桁は、平板状の主桁ウェブと前記主桁ウェブの両端にそれぞれ設けられた主桁上フランジおよび主桁下フランジとを具備した断面 H 字状に圧延された鋼材で、前記主桁ウェブ、前記主桁上フランジおよび前記主桁下フランジを接続する主桁スティフナーを具備し、

前記鋼板は前記主桁上フランジにボルト/ナットによって接続され、

前記横リブ下フランジは、前記主桁ウェブにスプリット・ティーを介してボルト/ナットによって接続され、

前記横リブウェブは、前記主桁スティフナーにスプライスプレートを通じてボルト/ナットによって接続されている。

#### 【 0 0 1 3 】

( 2 ) また、発明に係る鋼床版インスタント橋は、平板状の支持材ウェブと、前記支持材ウェブの両端にそれぞれ設けられた支持材上フランジおよび支持材下フランジと、前記支持材ウェブ、前記支持材上フランジおよび支持材下フランジを接続する支持材スティフナーとを具備する鋼床版支持材を有し、

前記鋼板と前記主桁上フランジとの接続に代えて、前記鋼板は前記支持材上フランジにボルト/ナットによって接続され、前記主桁上フランジは前記支持材下フランジにボルト/ナットによって接続され、

前記横リブウェブは、前記支持材スティフナーにスプライスプレートを通じてボルト/ナットによって接続されている。

( 3 ) さらに、前記縦リブと前記横リブとを溶接接続する溶接線の溶接始端および溶接終端は、前記縦リブの一方の側面および他方の側面にそれぞれ位置する。

( 4 ) さらに、前記縦リブと前記横リブとを溶接接続する溶接線と、前記縦リブと前記鋼板とを溶接接続する溶接線と、前記横リブと前記鋼板とを溶接接続する溶接線とは、交差する。

#### 【発明の効果】

10

20

30

40

50

## 【0014】

本発明に係る鋼床版インスタント橋は、縦リブが平板によって形成され、横リブに形成されたスリットに侵入した縦リブの両側面および下端面が横リブに溶接接続されている。

すなわち、縦リブの下端面とスリットの最奥との間は溶接線によって塞がれ、下部スカラップに相当する隙間がないため、当該部に発生する輪荷重による応力集中は緩和され、当該部からの疲労亀裂の発生が抑制され、寿命が延長する。

また、縦リブと横リブとを溶接接続する溶接線の端点（溶接始端および溶接終端）は、縦リブの下端面とスリットの最奥との間に位置しないから、当該部からの疲労亀裂の発生がさらに抑制される。

さらに、縦リブと横リブとの溶接線と、縦リブと鋼板との溶接線と、横リブと鋼板との溶接線とは、スリットの口元（縦リブの上端面に同じ）において交差するから、上部スカラップに相当する隙間が形成されない。したがって、当該部における輪荷重による応力集中は緩和されるため、当該部からの疲労亀裂の発生が抑制され、寿命が延長する。

さらに、縦リブは平板であって、平板の両面において横リブおよび鋼板に溶接接続される（両面溶接に同じ）から、健全な接続になっている。

## 【0015】

また、主桁と鋼床版との接続が、スプリット・ティーおよびスライスプレートを介したボルト/ナットであるから、設置が容易になり施工が迅速になる。また、撤去作業も迅速になる。

また、主桁に鋼床版支持材が設置されるから、設置の自由度が増す。すなわち、あらかじめ規格化された鋼床版パネルと、あらかじめ規格化された主桁とを用いた場合であっても、鋼床版支持材の高さを調整することによって、既設の下部工の高さ（橋脚の支承手段を含む高さ）に左右されることなく、鋼床版（鋼床版パネルに設けられた舗装の上面）を所望の高さにすることができる。

さらに、主桁を圧延H形鋼によって形成するため、規格化を図ることが容易になり、製作コストの圧縮や施工時間の短縮が可能になる。すなわち、鋼床版パネルおよび圧延H形鋼を採用することによって、規格商品化、設計レス化、舗装の一部工場実施等を組み合わせることによって製作から維持管理までのライフサイクルコストの低減が期待でき、既存の下部工が流用可能になる。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0016】

【図1】本発明の実施の形態1に係る鋼床版インスタント橋を正面斜め上から斜め下方向に見た斜視図である。

【図2】図1に示す鋼床版インスタント橋の一部を拡大して示す斜視図である。

【図3】図1に示す鋼床版インスタント橋を構成する部材（鋼床版パネル）を正面斜め下から斜め上方向に見た斜視図である。

【図4】図1に示す鋼床版インスタント橋を構成する部材（鋼床版パネル）の一部（鋼板および縦リブ）を示す正面図である。

【図5】図1に示す鋼床版インスタント橋を構成する部材（鋼床版パネル）の一部（横リブ）を示す正面図である。

【図6】図1に示す鋼床版インスタント橋を構成する部材（鋼床版パネル）の一部（リブ交差部）を拡大して示す斜視図である。

【図7】図1に示す鋼床版インスタント橋の特性を試験するための試験材を正面斜め上から斜め下方向に見た斜視図である。

【図8】図7に示す試験材の一部を示す正面図である。

【図9】図7に示す試験材と比較するための比較材の一部を示す正面図である。

【図10】図1に示す鋼床版インスタント橋の特性を試験するための試験材および比較材の集中応力総和を比較する棒グラフである。

【図11】図1に示す鋼床版インスタント橋の特性を試験するための疲労試験の結果を示す「荷重 - 載荷回数曲線」である。

10

20

30

40

50

## 【発明を実施するための形態】

## 【0017】

## [実施の形態1]

次に、本発明に係る実施の形態1を、図面を参照して具体的に説明する。なお、以下の図面は模式的に描かれたものであり、本発明は描かれた形態に限定されるものではなく、適宜変更可能である。

## 【0018】

## (鋼床版インスタント橋)

図1～図6はそれぞれ、本発明の実施の形態1に係る鋼床版インスタント橋を説明するものであって、図1は正面斜め上から斜め下方向に見た斜視図、図2はその一部を拡大して示す斜視図、図3は構成する部材(鋼床版パネル)を正面斜め下から斜め上方向に見た斜視図、図4は構成する部材(鋼床版パネル)の一部(鋼板および縦リブ)を示す正面図、図5は構成する部材(鋼床版パネル)の一部(横リブ)を示す正面図、図6は構成する部材(鋼床版パネル)の一部(リブ交差部)を拡大して示す斜視図である。

10

## 【0019】

図1および図2において、鋼床版インスタント橋100は、図示しない橋脚に設置された支承装置に設置される主桁40と、主桁40に設置された鋼床版支持材50と、主桁40および鋼床版支持材50に取り付けられた鋼床版パネル200とを有している。

なお、主桁40は橋幅方向に4列並び、鋼床版を形成する鋼床版パネル200は橋幅方向に3枚設置されているが、本発明はこれに限定するものではなく、何列あるいは何枚であつてもよい。なお、主桁40の長手方向が「橋軸方向(Y方向)」で、橋軸方向に垂直な方向が「橋幅方向(X方向)」で、X-Y面に垂直な方向が「鉛直方向(Z方向)」である。

20

## 【0020】

## (主桁)

主桁40は断面H形に圧延された鋼材(本発明において「圧延H形鋼」と称している)であつて、主桁ウェブ41(Y-Z面に位置する)と、主桁ウェブ41の両側縁にそれぞれ形成された主桁上フランジ42a(X-Y面に位置する)および主桁下フランジ42b(X-Y面に位置する)とを具備している。さらに、主桁ウェブ41と主桁上フランジ42aと主桁下フランジ42bとを接続する主桁スティフナー43(X-Z面に位置する)が長手方向に間隔をあけて複数設けられている。

30

## 【0021】

## (鋼床版支持材)

鋼床版支持材50は断面H形の鋼材であつて、支持材ウェブ51(Y-Z面に位置する)と、支持材ウェブ51の両側縁にそれぞれ形成された支持材上フランジ52a(X-Y面に位置する)および支持材下フランジ52b(X-Y面に位置する)とを具備している。

さらに、支持材ウェブ51と支持材上フランジ52aと支持材下フランジ52bとを接続する支持材スティフナー53(X-Z面に位置する)が長手方向に間隔をあけて複数設けられている。なお、鋼床版支持材50は鋼板を溶接接合して断面H形に形成したものであるが、圧延H形鋼であつてもよい。

40

## 【0022】

## (鋼床版パネル)

図1において、鋼床版パネル200は、鋼床版10と、橋軸方向の縦リブ20と、橋幅方向(X方向)の横リブ30とを有している。鋼床版10を構成する鋼板11の上面には製作工場において工場施工舗装12が施され、施工現場において現場施工舗装13が施されるため、施工時間の短縮が図られているが、工場施工舗装12を施工現場において実施してもよい。

## 【0023】

## (鋼床版パネルを構成する縦リブ)

50

図3および図4において、縦リブ20は矩形状の平板21によって形成され、平板上端面21aが鋼板11に溶接接続されている(かかる溶接接続の溶接線を「W21」と称す)。

なお、説明の便宜上、平板上端面21aと平板下端面21bとの距離を「平板高さH」と、平板側面21sと平板側面21tとの距離(平板21の厚さに同じ)を「平板厚さT」と、一方の側面を「平板側面21s」と、他方の側面を「平板側面21t」とそれぞれ称す。

#### 【0024】

(鋼床版パネルを構成する横リブ)

図3および図5において、横リブ30は略矩形状の横リブウェブ31と、横リブウェブ31の横リブ下端31bに設けられた横リブ下フランジ32と、横リブ上端面31aから横リブ下端31bに向けて形成されたスリット33とを具備し、横リブ上端面31aが鋼板11に溶接接続されている(かかる溶接接続の溶接線を「W31」と称す)。スリット33に縦リブ20は侵入可能である。なお、説明の便宜上、スリット33の口元を「スリット上端33a」と、最奥を「スリット下端縁33b」と、一方の側縁を「スリット側縁33s」と、他方の側面を「スリット側縁33t」とそれぞれ称す。

そして、スリット33の口元においてスリット側縁33sと横リブ上端面31aとの角にC面取り34sが、スリット側縁33tと横リブ上端面31aとの角にC面取り34tが、それぞれ形成されている。

なお、スリット上端33aとスリット下端縁33bとの距離を「スリット深さD」と称すと、スリット深さDは平板高さHよりも僅かに大きくなっている。また、スリット側縁33sとスリット側縁33tとの間隔(スリット33の幅に同じ、以下「スリット幅S」と称す)は、平板厚さHよりも僅かに大きくなっている。

#### 【0025】

(鋼床版パネルのリブ交差部)

図3および図6において、平板21はスリット33に進入し、リブ交差部において、平板下端面21bはスリット下端縁33bに、平板側面21sはスリット側縁33sに、平板側面21tはスリット側縁33tにそれぞれ溶接接続されている(かかる溶接接続の溶接線を「W23」と称す)。すなわち、溶接線W23は平板上端面21aを除く範囲の「全周溶接」になっている。このとき、溶接線W23の図示しない溶接端点は、平板下端面21b(スリット下端縁33bに同じ)の位置にはなく、平板側面21s(スリット側縁33sに同じ)および平板側面21t(スリット側縁33tに同じ)にある。

なお、C面取り34sおよびC面取り34tは、たとえば「C10」程度の小さいものであるから、溶接線W21、溶接線W31および溶接線W23は、C面取り34sおよびC面取り34tにおいて交差し(重なり)、当初形成されていた三角形状の隙間は塞がれる。よって、リブ交差部において、上部スカラップに相当する隙間および下部スカラップに相当する隙間は形成されない。

#### 【0026】

(鋼床版パネルの作用効果)

以上のように、鋼床版パネル200は、リブ交差部において、従来のような上部スカラップに相当する隙間および下部スカラップに相当する隙間が形成されないから、特に、溶接線W23の平板下端面21b(スリット下端縁33bに同じ)の位置における応力集中が緩和され、当該部からの疲労亀裂の発生が抑制される。

また、平板下端面21b(スリット下端縁33bに同じ)の位置に溶接線W23の端点(始端および終端)が存在しないから、該位置からの疲労亀裂の発生がさらに抑制される。

よって、鋼床版パネル200の寿命は延長する(これについては別途詳細に説明する)。

#### 【0027】

(鋼床版パネルの主桁への取り付け)

10

20

30

40

50

再び図 1 および図 2 において、主桁 4 0 に鋼床版支持材 5 0 が載置され、主桁上フランジ 4 2 a と支持材下フランジ 5 2 b とがボルト/ナット 8 0 によって接続されている。そして、支持材上フランジ 5 2 a に鋼床版パネル 2 0 0 を構成する鋼板 1 1 の側縁部が載置され、両者はボルト/ナット 8 0 によって接続されている。

また、鋼床版パネル 2 0 0 を構成する横リブ 3 0 の横リブ下フランジ 3 2 は、スプリット・ティー 6 0 およびスライスプレート 6 1 を介して主桁ウェブ 4 1 にボルト/ナット 8 0 によって接続されている。

さらに、横リブ 3 0 の横リブウェブ 3 1 は、スライスプレート 7 4 を介して主桁ステイフナー 4 3 にボルト/ナット 8 0 によって接続されると共に、スライスプレート 7 5 を介して支持材ステイフナー 5 3 にボルト/ナット 8 0 によって接続されている。

10

#### 【 0 0 2 8 】

なお、横リブ下フランジ 3 2 がスライスプレート 6 1 に接続され、スライスプレート 6 1 が断面 T 型のスプリット・ティー 6 0 に接続され、スプリット・ティー 6 0 が主桁ウェブ 4 1 に接続されているが、本発明はこれに限定するものではなく、スライスプレート 6 1 を撤去して、断面 L 型のスプリット・ティーによって横リブ下フランジ 3 2 の内面および外面を挟み込んで、かかる断面 L 型のスプリット・ティーを主桁ウェブ 4 1 にボルト/ナット 8 0 によって接続してもよい。

#### 【 0 0 2 9 】

(ボルト/ナット)

なお、ボルト/ナット 8 0 とは、所定の貫通孔 ( 図示しない ) を貫通するボルトと、該ボルトに螺合するナットとを具備する締結手段を指し、必要に応じて座金や弛み止めを伴う。そして、ボルト/ナット 8 0 を形成するボルトおよびナットの材質や形状、寸法は限定するものではなく、設置場所に応じて適宜選定されるものである。たとえば、鋼板 1 1 と支持材上フランジ 5 2 a とを接続するボルト/ナット 8 0 におけるボルトを「皿型高力ボルト」にしておけば、鋼板 1 1 の上面への現場施工舗装 1 3 に好適である。

20

#### 【 0 0 3 0 】

(鋼床版インスタント橋の作用効果)

以上のように鋼床版インスタント橋 1 0 0 は、鋼床版パネル 2 0 0 を有し、鋼床版パネル 2 0 0 は前記のように疲労亀裂の発生が抑制されるから、安全性が向上して寿命が延長する。また、鋼床版パネル 2 0 0 と主桁 4 0 および鋼床版支持材 5 0 との接続がボルト/ナット 8 0 であって、溶接を不要にするから、作業が簡素になり、施工時間が短縮する。

30

なお、以上は、鋼床版支持材 5 0 を有する場合であるが、本発明はこれに限定するものではなく、鋼床版支持材 5 0 を撤去して、主桁上フランジ 4 2 a に鋼板 1 1 を直接載置し、両者をボルト/ナット 8 0 によって接続してもよい。

#### 【 0 0 3 1 】

(鋼床版パネルの実施例)

鋼床版パネル 2 0 0 は以下に示す寸法に製作され、複数枚を並べられる。

鋼床版 1 0 を構成する鋼板 1 1 は、橋軸方向 ( Y 方向 ) 長さ 4 5 0 0 mm、橋幅方向 ( X 方向 ) 長さ 2 5 6 0 mm、厚さ ( Z 方向 ) 1 6 mm である。

縦リブ 2 0 を形成する平板は、平板高さ H が 2 5 6 mm、平板厚さ T が 1 6 mm の矩形鋼板である。そして、橋幅方向 ( X 方向 ) に 3 2 0 mm 間隔で 7 枚配置されている。

40

横リブ 3 0 は、横リブ上端面 3 1 a から横リブ下フランジ 3 2 の下面までの距離 ( 以下「横リブ高さ」と称す ) が 6 0 0 mm で、横リブウェブ 3 1 の厚さが 9 mm である。そして、スリット 3 3 は 3 3 0 mm 間隔で 7 箇所形成され、スリット深さ D は 2 5 8 mm、スリット幅 S は 2 0 mm である。

#### 【 0 0 3 2 】

したがって、縦リブ 2 0 はスリット 3 3 内に完全に侵入可能で、平板下端面 2 1 b とスリット下端縁 3 3 b との間、平板側面 2 1 s とスリット側縁 3 3 s との間、平板側面 2 1 t とスリット側縁 3 3 t との間には、それぞれ 2 mm の隙間が生じる設計になっている。

なお、工作機械 ( たとえば NC レーザ加工機等 ) の発達によって加工精度が向上してい

50

るから、仮に、製作誤差や取り付け誤差等によって前記隙間の値は変動したとしても、溶接接続に支障のない設計になっている。

そして、鋼板 1 1 の上面の両側縁および両端縁を除く矩形の範囲に、舗装厚さ 80 mm の工場施工舗装 1 2 が、製作工場において設けられる。なお、工場施工舗装 1 2 を除く範囲（両側縁および両端縁に同じ）には施工現場において、鋼床版パネル 2 0 0 の主桁 4 0 への取り付けが完了した後、舗装厚さ 80 mm の現場施工舗装 1 3 が設けられる（図 1 参照）。なお、工場施工舗装 1 2 を施工現場において設けてもよい。

#### 【 0 0 3 3 】

（主桁の実施例）

主桁 4 0 は、支間距離が 1 0 m、1 5 m および 2 0 m の 3 水準に集約して製作されている。すなわち、支間距離が 1 0 m の場合は、ウェブ高さ 6 0 0 mm、フランジ幅 3 0 0 mm、ウェブ厚さ 1 4 mm、フランジ厚さ 2 8 mm の圧延 H 形鋼である。また、支間距離が 1 5 m の場合は、ウェブ高さ 8 5 0 mm、フランジ幅 3 0 0 mm、ウェブ厚さ 1 9 mm、フランジ厚さ 3 2 mm の圧延 H 形鋼である。さらに、支間距離が 2 0 m の場合は、ウェブ高さ 1 0 0 0 mm、フランジ幅 3 0 0 mm、ウェブ厚さ 1 9 mm、フランジ厚さ 2 8 mm の圧延 H 形鋼である。なお、材質は S M 4 0 0 または S M 4 9 0 であるが、これに限定するものではない。

#### 【 0 0 3 4 】

（試験材）

図 7 ~ 図 9 はそれぞれ、本発明の実施の形態 1 に係る鋼床版インスタント橋を説明するものであって、図 7 はその特性を試験するための試験材を正面斜め上から斜め下方向に見た斜視図、図 8 はその一部を示す正面図、図 9 は比較のための比較材の一部を示す正面図である。

なお、鋼床版パネル 2 0 0 と同じ部位については同じ符号を付して説明を省略する。また、理解を容易にするため、部材寸法、部材間の隙間および溶接線の幅を誇張して描いている。

#### 【 0 0 3 5 】

図 7 および図 8 において、試験材 3 0 0 は、鋼床版パネル 2 0 0 が一對の主桁 4 0 に直接設置され、主桁 4 0 の主桁上フランジ 4 2 a および鋼床版支持材 5 0 が撤去され、鋼板 1 1 が主桁ウェブ 4 1 および主桁スティフナー 4 3 に直接溶接接続されたものに同じである。

横リブ下フランジ 3 2 はスプライスプレート 6 1 およびスプリット・ティー 6 0 を介さないで、また、横リブウェブ 3 1 はスプライスプレート 7 4 を介さないで、それぞれ主桁スティフナー 4 3 の位置において主桁ウェブ 4 1 に直接溶接接続されている。

このとき、主桁 4 0 は長さ（橋軸方向の距離）5 0 0 0 mm、桁高さ 1 0 0 0 mm で、主桁 4 0 には橋軸方向で 4 枚の主桁スティフナー 4 3 が等間隔に設けられている。また、主桁 4 0 同士は間隔（橋幅方向の距離）2 0 0 0 mm を開けて配置されている。

鋼床版パネル 2 0 0 は、橋幅方向に 6 枚の縦リブ 2 0 と橋軸方向に 4 枚の横リブ 3 0 とを具備している。そして、リブ交差部の寸法等は前記実施例の値に同じである。

#### 【 0 0 3 6 】

（比較材）

図 9 において、比較材 9 0 0 は、鋼板 1 1 と、橋軸方向の縦リブ 2 0 と、橋幅方向の比較横リブ 9 0 とを有し、リブ交差部の形態が試験材 3 0 0 と相違するものの、これを除く部位の形状および寸法は試験材 3 0 0 に同じである。すなわち、比較材 9 0 0 に比較スリット 9 3 が形成され、さらに、比較スリット 9 3 の最奥に比較スカラップ 9 5 が形成されている点において、試験材 3 0 0 に形成されたスリット 3 3 と相違する。以下、両者の相違する点について説明する。

#### 【 0 0 3 7 】

（比較材の横リブ）

比較横リブ 9 0 は矩形平板である比較ウェブ 9 1 と、比較ウェブ 9 1 の比較上端 9 1

10

20

30

40

50

a から比較下端 9 1 b に向かって形成された比較スリット 9 3 を具備し、比較スリット 9 3 の最奥に比較スカラップ 9 5 が形成されている。比較スリット 9 3 に縦リブ 2 0 が侵入可能であって、比較スリット 9 3 の幅は平板厚さ T より大きくなっている。また、比較スリット 9 3 の口元には、比較 C 面取り 9 4 s が形成されている。

なお、説明の便宜上、比較スリット 9 3 の口元を「比較スリット上端 9 3 a」と、最奥を「比較スリット下端縁 9 3 b」と、一方の側縁を「比較スリット側縁 9 3 s」と、他方の側面を「比較スリット側縁 9 3 t」とそれぞれ称す。そして、比較スリット上端 9 3 a と比較スリット下端縁 9 3 b との距離は平板高さ H よりも大きくなっている。

比較スカラップ 9 5 は、比較スリット下端縁 9 3 b に接する略円形であって、比較スリット側縁 9 3 s と比較スリット側縁 9 3 t との距離よりも大きな距離の隙間を形成する。

【 0 0 3 8 】

( 比較材のリブ交差部 )

縦リブ 2 0 の平板上端面は溶接線 W 2 1 によって鋼板 1 1 に接続され、比較ウェブ 9 1 の比較上端 9 1 a は溶接線 W 9 1 によって鋼板 1 1 に接続され、平板 2 1 は比較スリット 9 3 に侵入している。

このとき、平板下端面 2 1 b と比較スリット下端縁 9 3 b との間に隙間が形成され、平板側面 2 1 s は比較スリット側縁 9 3 s の比較スカラップ 9 5 を除く範囲において溶接接続されている ( かかる溶接接続の溶接線を「 W 9 3 」と称す ) 。一方、平板側面 2 1 s は比較スリット側縁 9 3 t に対向し、互いに溶接接続されないで離隔している。

このとき、溶接線 W 9 3 の上側の端は、溶接線 W 2 1 および溶接線 W 9 1 に重なって、比較 C 面取り 9 4 s を塞いでいるものの、溶接線 W 9 3 の下側の端は比較スカラップ 9 5 に位置し、比較スカラップ 9 5 を塞がない。すなわち、溶接線 W 9 3 の溶接端点は比較スカラップ 9 5 に位置している。なお、溶接線 W 9 1 および溶接線 W 9 3 は何れを先に形成してもよい。

【 0 0 3 9 】

( F E A )

疲労試験に先行して、F E A ( 有限要素法解析 ) によって、( a ) クリティカル載荷位置を確認した後、( b ) 耐疲労ディテールを検討した。なお、支持条件は一对の主桁 4 0 の両端部をそれぞれ支持する 4 点支持である。

【 0 0 4 0 】

( クリティカル載荷位置 )

鋼床版パネル 2 0 0 の縦リブ 2 0 には車両の走行位置によって集中引張応力と集中圧縮応力とが発生する。すなわち、載荷位置を変更してある縦リブ ( 仮に「 R 1 」とする ) に発生する集中応力を求めて、載荷位置毎の集中応力を比較すると、載荷位置 ( 以下「引張最大載荷位置」と称す ) F 1 に載荷したときに最大の集中引張応力 (  $\sigma_{1+}$  ) が発生し、載荷位置 ( 以下「圧縮最大載荷位置」と称す ) Q 1 に載荷したときに最大の集中圧縮応力 (  $\sigma_{1-}$  ) が発生することが分かる。そして、縦リブ R 1 について最大の集中引張応力 (  $\sigma_{1+}$  ) と最大の集中圧縮応力 (  $\sigma_{1-}$  ) の絶対値との和を「集中応力総和 (  $\sigma_{1\pm}$  ) 」とする。

同様に、その他の縦リブ R 2 、 R 3 … 毎に、引張最大載荷位置 F 2 、 F 3 … と、圧縮最大載荷位置 Q 2 、 Q 3 … と、集中応力総和  $\sigma_{2\pm}$  、  $\sigma_{3\pm}$  … とを求める。

そこで、求めた集中応力総和  $\sigma_{1\pm}$  、  $\sigma_{2\pm}$  、  $\sigma_{3\pm}$  … のうち最も大きな値になる集中応力総和  $\sigma_{j\pm}$  に対応した縦リブ R j を「着目対象縦リブ」とし、縦リブ R j についての引張最大載荷位置 F j を、鋼床版パネル 2 0 0 の「クリティカル載荷位置」と称す。

【 0 0 4 1 】

( 集中応力総和 )

図 1 0 は、本発明の実施の形態 1 に係る鋼床版インスタント橋の特性を試験するための試験材および比較材の集中応力総和を比較する棒グラフである。なお、集中引張応力を右下がりの斜線で、集中圧縮応力の絶対値を右上がりの斜線で示す。

10

20

30

40

50

図10において、試験材300において、着目対象縦リブR<sub>j</sub>について、引張最大載荷位置F<sub>j</sub>に100kNの載荷をしたとき、25N/mm<sup>2</sup>の集中引張応力(σ<sub>j+</sub>)が発生し、圧縮最大載荷位置Q<sub>j</sub>に100kNの載荷をしたとき、55N/mm<sup>2</sup>の集中圧縮応力(σ<sub>j-</sub>)が発生し、集中応力総和(σ<sub>j±</sub>)が80N/mm<sup>2</sup>になっている。

一方、比較材900についても試験材300と同じ要領で、着目対象縦リブを特定し、引張最大載荷位置および圧縮最大載荷位置にそれぞれ100kNの載荷をしたとき、着目対象縦リブにおいて集中引張応力が92N/mm<sup>2</sup>、集中圧縮応力が85N/mm<sup>2</sup>発生し、集中応力総和が177N/mm<sup>2</sup>になっている。

すなわち、試験材300の方が比較材900に比較して、集中応力総和は58%低い値になり、特に、集中引張応力は73%も低い値になっている。よって、試験材300は下スカラップに相当する隙間を有しないことから、集中応力総和が大幅に小さくなることが確認された。

#### 【0042】

##### (疲労試験)

図11は、本発明の実施の形態1に係る鋼床版インスタント橋の特性を試験するための疲労試験の結果を示す「荷重-載荷回数曲線」である。なお、縦軸はクリティカル載荷位置に載荷される繰り返し荷重、横軸は繰り返し回数(図11では「疲労寿命」と記載している)である。

図11において、試験材300のクリティカル載荷位置と、比較材900のクリティカル載荷位置とに、それぞれ荷重200kNを繰り返し載荷したとき、試験材300では約7千万回の繰り返しによっても疲労亀裂は発生しない(右斜め上方向の黒矢印付きの黒四角にて示す)のに対し、比較材900は約2百万回の繰り返しによって疲労亀裂が発生している(白四角にて示す)。

さらに、試験材300に、荷重340kNを約1百万回繰り返し載荷しても、疲労亀裂は発生していない(右斜め上方向の黒矢印付きの黒四角にて示す)。

なお、図中の斜線は「T荷重換算の1千万回」を示している。

以上より、試験材300が優れた疲労耐久性を有することが確認された。すなわち、試験材300は、リブ交差部において縦リブ20と横リブ30とが全周に渡って溶接接続され、下スカラップに相当する隙間を有しないため、当該位置における溶接線23からの疲労亀裂の発生が抑制されている。

#### 【0043】

以上、本発明を、鋼床版インスタント橋について実施の形態1をもとに説明したが、これらは例示であり、様々な変形例が可能なこと、またそうした変形例も本発明の範囲にあることは当業者に理解されるところである。

#### 【産業上の利用可能性】

#### 【0044】

本発明に係る鋼床版インスタント橋は、溶接線からの疲労亀裂の発生が抑制されると共に、迅速に施工可能であるから、小規模橋梁に限定されることなく、各種橋梁に広く利用することができる。

#### 【符号の説明】

#### 【0045】

- 10 : 鋼床版
- 11 : 鋼板
- 12 : 工場施工舗装
- 13 : 現場施工舗装
- 20 : 縦リブ
- 21 : 平板
- 21a : 平板上端面
- 21b : 平板下端面
- 21s : 平板側面

10

20

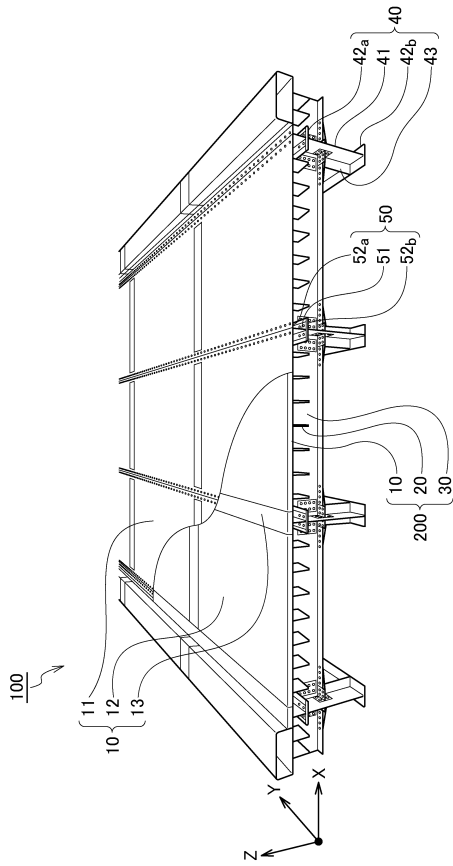
30

40

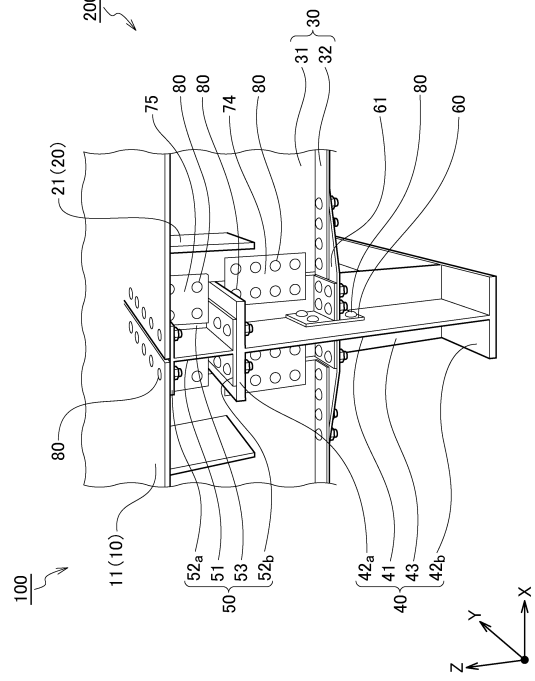
50

2 1 t	: 平板側面	
3 0	: 横リブ	
3 1	: 横リブウェブ	
3 1 a	: 横リブ上端面	
3 1 b	: 横リブ下端	
3 2	: 横リブ下フランジ	
3 3	: スリット	
3 3 a	: スリット上端	
3 3 b	: スリット下端縁	
3 3 s	: スリット側縁	10
3 3 t	: スリット側縁	
3 4 s	: C面取り	
3 4 t	: C面取り	
4 0	: 主桁	
4 1	: 主桁ウェブ	
4 2 a	: 主桁上フランジ	
4 2 b	: 主桁下フランジ	
4 3	: 主桁スティフナー	
5 0	: 鋼床版支持材	
5 1	: 支持材ウェブ	20
5 2 a	: 支持材上フランジ	
5 2 b	: 支持材下フランジ	
5 3	: 支持材スティフナー	
6 0	: スプリット・ティール	
6 1	: スプライスプレート	
7 4	: スプライスプレート	
7 5	: スプライスプレート	
8 0	: ボルト/ナット	
9 0	: 比較横リブ	
9 1	: 比較ウェブ	30
9 1 a	: 比較上端面	
9 1 b	: 比較下端	
9 2	: 比較下フランジ	
9 3	: 比較スリット	
9 3 a	: 比較スリット上端	
9 3 b	: 比較スリット下端縁	
9 3 s	: 比較スリット側縁	
9 3 t	: 比較スリット側縁	
9 4 s	: 比較C面取り	
9 5	: 比較スカラップ	40
1 0 0	: 鋼床版インスタント橋	
2 0 0	: 鋼床版パネル	
3 0 0	: 試験材	
9 0 0	: 比較材	
W 2 1	: 溶接線	
W 3 1	: 溶接線	
W 2 3	: 溶接線	
W 9 1	: 溶接線	
W 9 3	: 溶接線	

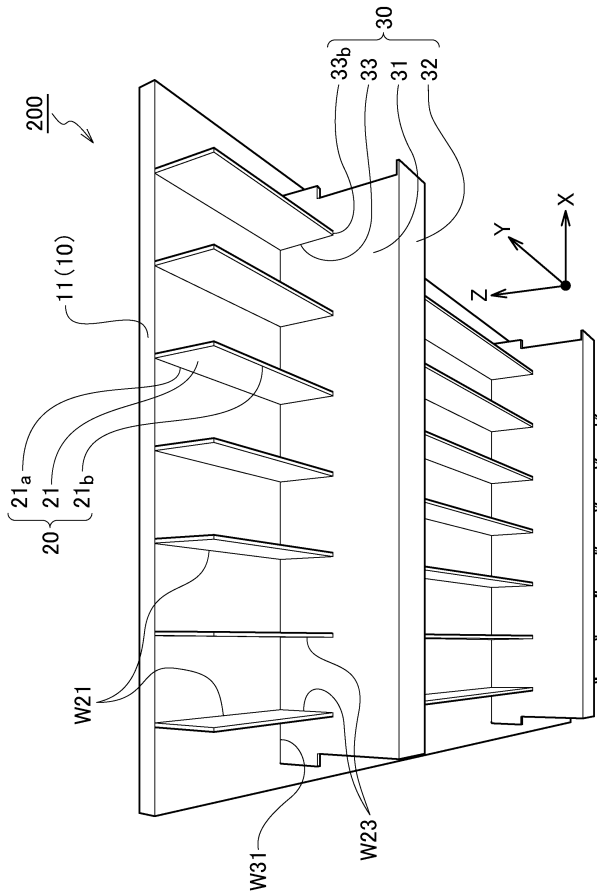
【図1】



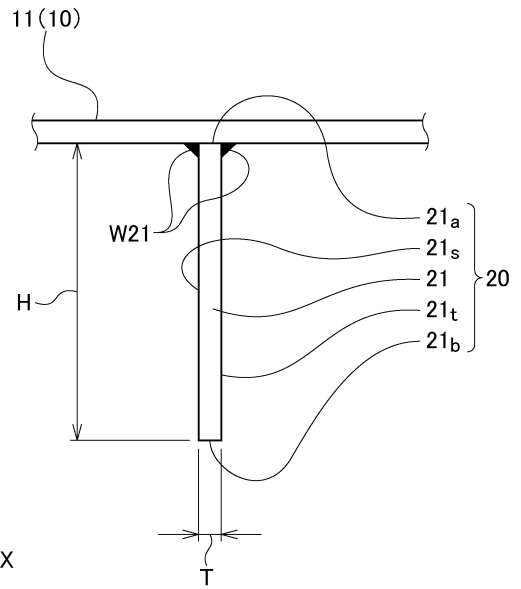
【図2】



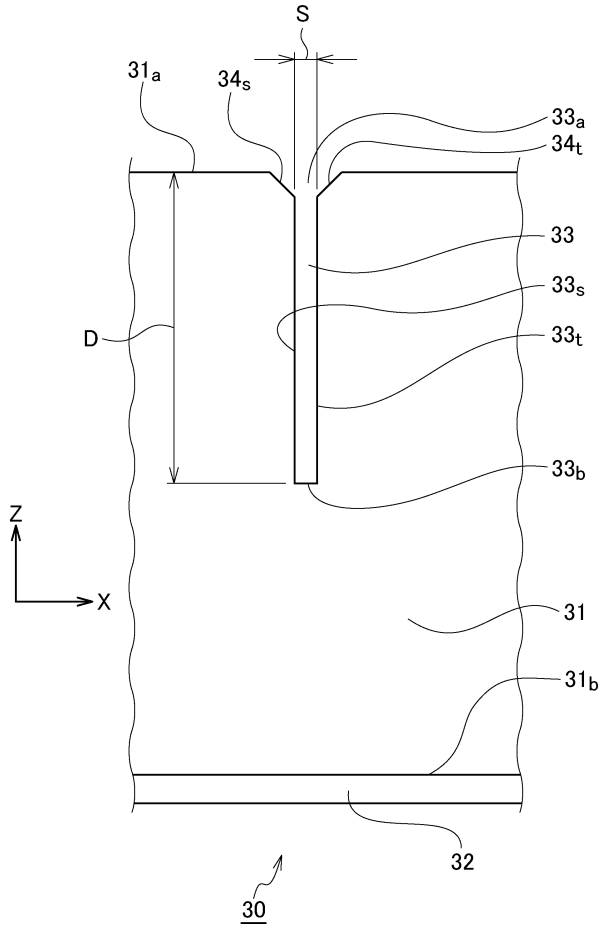
【図3】



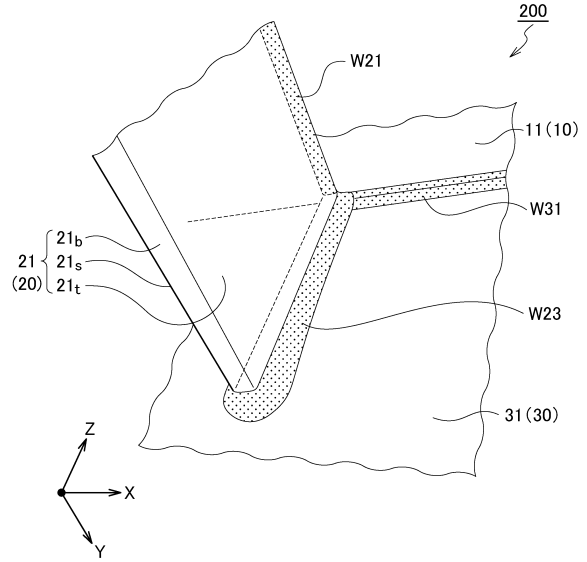
【図4】



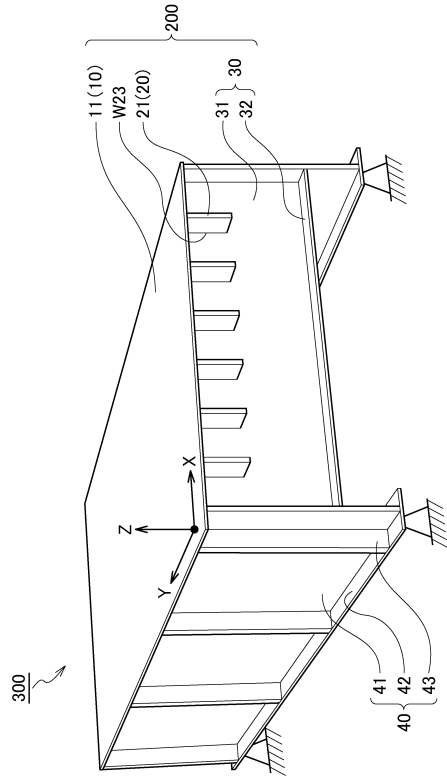
【図5】



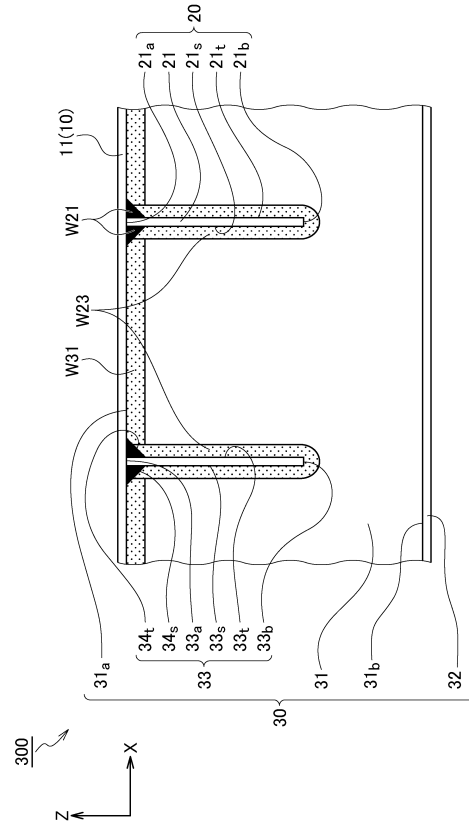
【図6】



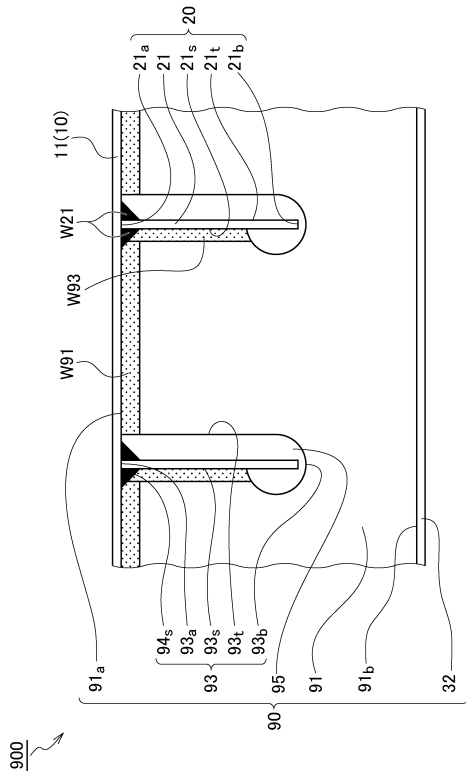
【図7】



【図8】

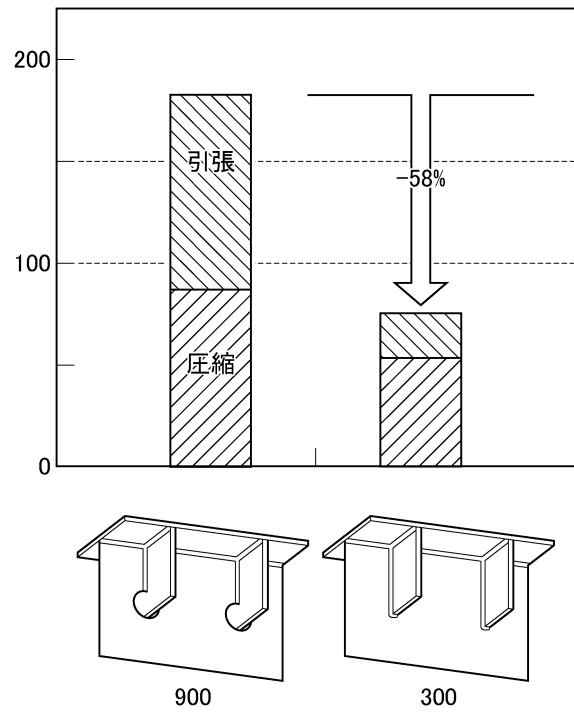


【 図 9 】

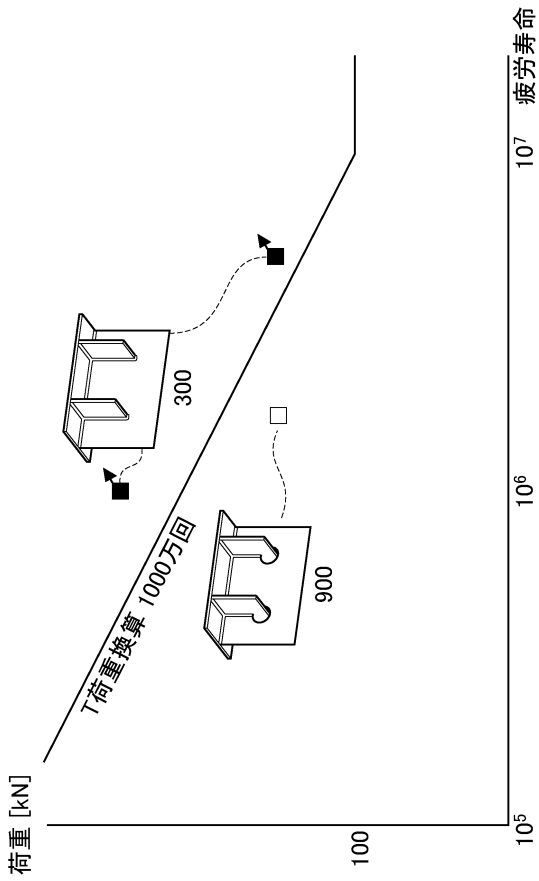


【 図 10 】

応力 [N/mm<sup>2</sup>]



【 図 11 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 白旗 弘実

東京都世田谷区等々力八丁目15番1号 東京都市大学都市工学科内

審査官 田島 拳士郎

(56)参考文献 特開2008-280753(JP,A)

特開昭58-058308(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 19/12