

〒3140255 茨城県神栖市砂山 1 6 番地 5 株式会社
横河NSエンジニアリング内 Ibaraki (JP).

(74) 代理人: 棚井 澄雄, 外 (TANAI Sumio et al.);
〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目
9 番 2 号 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ,
BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH,
CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,
HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ,
NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,
QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA,
UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保
護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS,
MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM,
ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ,
TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ,
DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT,
LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS,
SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM,
GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

is installed on the lower surface side of a deck plate (31) and has, in the bridge width direction, one end surface or both end surfaces facing a web surface of a main girder web (11a) of the closest main girder (11), an end section of the lateral rib (33) is rigidly coupled to the closest main girder web (11a), and the main girder (11) and the steel floor slab (3) are coupled by means of a shear force transmitting member (50).

(57) 要約: 鉄筋コンクリート床版 (14) の、主桁上フランジ (11b) の上面側に設けられている部分以外を除去して残置されてなる残置鉄筋コンクリート (21) と、主桁上フランジ (11b) の上面側に設けられている部分以外を除去してなる除去部 (20) と、除去部 (20) に、残置鉄筋コンクリート (21) に被せるように配設された鋼床版 (30) とを備え、鋼床版 (30) は、デッキプレート (31) の下面側に配設され、橋幅方向の一端面または両端面が直近の主桁 (11) の主桁ウェブ (11a) のウェブ面と対向する横リブ (33) を有し、横リブ (33) の端部が直近の主桁ウェブ (11a) に剛結合され、主桁 (11) と鋼床版 (30) とがせん断力伝達部材 (50) によって結合されている。

明 細 書

発明の名称： 橋梁の構造および床版取替え方法

技術分野

[0001] 本発明は橋梁の構造および床版取替え方法に関する。

本願は、2019年5月7日に、日本に出願された特願2019-087851号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 高速道路等に使用される橋梁では、老朽化した道路の床版を取り替える必要が生じる場合がある。従来、橋梁のRC床版（鉄筋コンクリート床版）を新しい床版に取り替える場合、まず既存の鉄筋コンクリート床版を除去する。次に、主桁の主桁上フランジを完全に平滑化したうえで、スタッドを打ち直したり、また、RC床版を鋼床版と取り替える場合には主桁の主桁上フランジにボルト穴をあけたりするようにしている。

[0003] しかし、従来の工法には以下のような課題がある。（１）スタッドのついた鉄筋コンクリート床版を撤去するのは非常に労力と時間を要する。（２）スタッドの間のコンクリートを除去するときは、騒音、振動、粉じんの問題が生じる可能性がある。（３）鉄筋コンクリート床版を完全に除去すると、特に合成床版の場合は主桁の上フランジで座屈が発生する可能性がある。（４）鉄筋コンクリート床版を除去すると、橋梁の死荷重が半分以下となるために、桁のたわみが減少し、元と同じ路線計画高を維持するための各種寸法調整を要する。（５）床版を今の基準に従って新設すると、元の構造よりも重量が増加する。そのために、桁や橋脚、場合によっては杭の補強が必要となる（厚さだけでなく幅も広げる必要がある）。

[0004] このような課題を解決するための橋梁の床版取替え方法の一例として例えば特許文献１に記載の方法が知られている。特許文献１に記載の床版取替え方法では、橋梁の主桁に支持されて敷設されている鉄筋コンクリート床版を鋼床版に取り替えるために、鉄筋コンクリート床版を除去した位置に鋼床版

を配する橋梁の床版取替方法において、前記鉄筋コンクリート床版の下方に、前記主桁に適宜な間隔に配して床版支持ブラケットを取り付け、前記主桁の上フランジに位置した部分の鉄筋コンクリート床版を除いた他の部分を除去して主桁の上フランジ部分に残留部を設け、前記除去した鉄筋コンクリート床版に替えて、前記残留部を回避して配した横リブを有する鋼床版の該横リブを配して、該横リブを前記床版支持ブラケットに載置して取り付けている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：日本国特開2016-194215号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、前記特許文献1に記載の床版取替え方法では、主桁のウェブに床版支持ブラケットを溶接等によって取り付けているので、当該床版支持ブラケットの取り付けに手間がかかるとともに、鋼床版の横リブを床版支持ブラケットに溶接等によって取り付けているので、この横リブに取り付けにも手間がかかる。

また、鋼床版の横リブは床版支持ブラケットに載置して当該床版支持ブラケットに取り付けられているが、基本的にこの床版支持ブラケットは片持ち梁として主桁に取り付けられている。そのため、鋼床版の重量を支える床版支持ブラケットは大きな強度を有する必要がある。加えて、横リブは連続梁として設計し難くなっているため、より大きな断面が必要となる虞もある。また、床版支持ブラケットを介してのみ主桁に取り付けられているので、主桁と鋼床版との間で橋軸方向にせん断力を伝達するのが困難である。そのため鋼床版と主桁とが合成化された一体構造の橋梁となり難く、橋梁としての強度が不足する虞がある。

また、ブラケットの上に横リブを置くために、コンクリート床版を撤去し

た際に橋のたわみが減少して横リブの設置高さが上がった場合、横リブの下方向への位置調整が不可能となる虞がある。

[0007] 本発明は、上記事情に鑑みてなされたもので、鋼床版の横リブを容易かつ強固に主桁ウェブに結合できるとともに、橋梁としての剛性と強度を確保でき、さらに、主桁と鋼床版との間で橋軸方向にせん断力を確実に伝達することによって桁と床版の合成化ができ、また、施工時の横リブの位置調整を容易ならしめる橋梁の構造および床版取替え方法を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 前記目的を達成するために、本発明の橋梁の構造は、橋梁の主桁に支持されて敷設されていた鉄筋コンクリート床版の一部を鋼床版に取り替えることで構成された橋梁の構造であって、

前記鉄筋コンクリート床版のうち、前記主桁の主桁上フランジの上面側に設けられている部分以外を除去して残置されてなる残置鉄筋コンクリートと、

前記鉄筋コンクリート床版のうち、前記主桁の主桁上フランジの上面側に設けられている部分以外を除去してなる除去部に、前記残置鉄筋コンクリートに被せるように配設された鋼床版とを備え、

前記鋼床版は、デッキプレートの下側において橋幅方向に配設された横リブを有し、

前記横リブの橋幅方向の一端面または両端面の少なくとも一部が直近の前記主桁の主桁ウェブのウェブ面と対向し、

前記横リブが当該横リブの橋幅方向の端部において、当該端部に直近の前記主桁ウェブに剛結合され、

前記主桁と前記鋼床版とが橋軸方向にせん断力を伝達するせん断力伝達部材によって結合されていることを特徴とする。

[0009] また、本発明の橋梁の床版取替え方法は、橋梁の主桁に支持されて敷設されている鉄筋コンクリート床版の一部を鋼床版に取り替える橋梁の床版取替え方法であって、

前記鋼床版は、デッキプレートの下面側において橋幅方向に配設された横リブを有し、前記横リブの橋幅方向の一端面または両端面の少なくとも一部が直近の前記主桁の主桁ウェブのウェブ面と対向しており、

前記鉄筋コンクリート床版のうち、前記主桁の主桁上フランジの上面側に設けられている部分以外を除去することにより、除去部を設けるとともに前記主桁上フランジの上面側に残置鉄筋コンクリートを残置する鉄筋コンクリート床版除去工程と、

前記除去部に、鋼床版を前記残置鉄筋コンクリートに被せるように配設する鋼床版配設工程と、

前記横リブを当該横リブの端部において、当該端部に直近の前記主桁ウェブに剛結合する横リブ剛結合工程と、

前記主桁と前記鋼床版とを橋軸方向にせん断力を伝達するせん断力伝達部材によって結合する鋼床版結合工程と、
を含むことを特徴とする。

[0010] 本発明においては、鋼床版は、デッキプレートの下面側において橋幅方向に配設され、橋幅方向の一端面または両端面の少なくとも一部が直近の前記主桁の主桁ウェブのウェブ面と対向する横リブを有し、前記横リブが当該横リブの橋幅方向の端部において、当該端部に直近の前記主桁ウェブに剛結合されているので、つまり、従来と異なり鋼床版の横リブの端部が床版支持ブラケットを介することなく、直接主桁ウェブに剛結合されているので、鋼床版は合理的な横リブ断面で設計することが可能となる。その結果、従来のような床版支持ブラケットを用いた場合と比較して構造重量を低減することが可能となる。

また、主桁と前記鋼床版とが橋軸方向にせん断力を伝達するせん断力伝達部材によって結合されているので、主桁と鋼床版との間で橋軸方向にせん断力を確実に伝達することができ、確実に鋼床版と主桁が合成化された構造とすることができる。

[0011] 本発明の橋梁の構造においては、前記残置鉄筋コンクリートの上部の被り

コンクリートが除去されていてもよい。

また、本発明の床版取替え方法においては、前記鉄筋コンクリート床版除去工程において、残置鉄筋コンクリートの上部の被りコンクリートを除去してもよい。

[0012] このような橋梁の構造および床版取替え方法によれば、残置鉄筋コンクリートの上部の被りコンクリートを除去するのみでよいので、主桁上フランジに立設されているスタッド間のコンクリートを除去する必要がない。スタッド間のコンクリートは非常に除去に手間を要するため、当該コンクリートを残置することで、除去作業の手間を大幅に削減できる。なお、上部の被りコンクリートを除去するのは、路面高さを調整するための空間を確保すると共に、鋼床版の上に存在するアスファルト部の撤去を容易化するためである。

[0013] また、本発明の橋梁の構造においては、前記鋼床版に、当該鋼床版の高さを調整可能な高さ調整ボルトが前記残置鉄筋コンクリートに当接可能に螺合されていてもよい。

さらに、本発明の床版取替え方法においては、前記鋼床版に、当該鋼床版の高さを調整可能な高さ調整ボルトが前記残置コンクリートに当接可能に螺合され、前記鋼床版配設工程の後に、前記高さ調整ボルトを回すことによって、前記鋼床版の高さを調整してもよい。

[0014] このような橋梁の構造および床版取替え方法によれば、高さ調整ボルトを回すことによって、鋼床版の高さを調整できるので、鋼床版の高さを、狙った位置に、例えば取り替え以前の鉄筋コンクリート床版の高さと等しくすることができる。つまり、現場において路面計画高を調整できる。

[0015] また、本発明の橋梁の構造において、前記鋼床版と前記主桁上フランジと前記残置鉄筋コンクリートとの間に、不定形材料が充填されていてもよい。

さらに、本発明の床版取替え方法において、前記鋼床版配設工程の後に、前記鋼床版と前記主桁上フランジと前記残置鉄筋コンクリートとの間に、不定形材料を充填してもよい。

なお、不定形材料の充填は、鋼床版配設工程後であれば、鋼床版結合工程

の前に行ってもよいし、後に行ってもよい。

[0016] このような橋梁の構造および床版取替え方法によれば、鋼床版と主桁上フランジと残置鉄筋コンクリートとの間に、不定形材料を充填するので、残置鉄筋コンクリートの鉄筋、前記間（空間）に露出する鋼床版の下面、主桁上フランジの上面等の腐食を防止できる。

なお、この不定形材料には大きな強度を求める必要はない。そもそも残置鉄筋コンクリート部も、十分な施工技術の無かった時代に打設されたコンクリートであり、さらに、長期間共用されていたことから、確実な設計が可能なだけの強度を保証することは困難であるため、そこに充填する不定形材料に大きな強度を求めなくてもよい。

[0017] また、本発明の橋梁の構造においては、前記除去部に配設されている鋼床版に予め舗装部が施工され、前記鋼床版と、当該鋼床版に隣り合い、かつ当該鋼床版に取り替えられていない鉄筋コンクリート床版との間に仮止め板が架け渡され、前記仮止め板の上面側に、仮舗装部が前記舗装部および前記鉄筋コンクリート床版上の舗装部とほぼ面一に施工されていてもよい。

さらに、本発明の床版取替え方法においては、前記除去部に配設されている鋼床版に予め舗装部が施工されており、前記鋼床版配設工程の後に、前記鋼床版と当該鋼床版に隣り合う前記鉄筋コンクリート床版との間に仮止め板を架け渡し、前記仮止め板の上面側に、仮舗装部を前記舗装部および前記鉄筋コンクリート床版上の舗装部とほぼ面一に施工してもよい。

[0018] このような橋梁の構造および床版取替え方法によれば、仮止め板の上面側に、仮舗装部が、鋼床版の舗装部および既設の鉄筋コンクリート床版上の舗装部とほぼ面一に施工されているので、既設の鉄筋コンクリート床版の舗装部と更新された（取り替えられた）鋼床版の舗装部を連続させることができる。このため、床版の取り替えの際に行っていた車線規制を解除して一時的に車両を走行させることができる。

[0019] また、本発明の橋梁の構造においては、前記主桁ウェブに横リブ取付部材がボルト結合され、この横リブ取付部材に前記横リブの端部がボルト結合さ

れていてもよい。

さらに、本発明の床版取替え方法においては、前記主桁ウェブに横リブ取付部材をボルト結合しておき、前記鋼床版配設工程の後に、前記横リブ取付部材に前記横リブをボルト結合してもよい。

[0020] このような橋梁の構造および床版取替え方法によれば、主桁ウェブにボルト結合された横リブ取付部材に横リブの端部がボルト結合されているので、横リブの端部を当該端部に直近の主桁ウェブに容易かつ確実に剛結合できる。

[0021] また、本発明の橋梁の構造においては、前記主桁上フランジと前記横リブ取付部材との間の前記主桁ウェブの上下方向の長さは、224mm以上であってもよい。

さらに、本発明の床版取替え方法においては、前記主桁上フランジと前記横リブ取付部材との間の前記主桁ウェブの上下方向の長さは、224mm以上であってもよい。

[0022] このような橋梁の構造および床版取替え方法によれば、主桁ウェブにおける主桁上フランジに接合された部分における応力範囲を小さくし、主桁の耐疲労特性を向上させることができる。

[0023] また、本発明の橋梁の構造においては、前記横リブ取付部材と前記横リブの端部とがスプライスプレートによって挟み付けられるとともに高力ボルトによって締結されることによって高力ボルト摩擦接合され、前記スプライスプレートの前記高力ボルトが挿通されるボルト孔の周囲における接合面に金属溶射による摩擦面処理が施されていてもよい。

さらに、本発明の床版取替え方法においては、前記横リブ取付部材に前記横リブをボルト結合するに際し、前記横リブ取付部材と前記横リブの端部とをスプライスプレートによって挟み付けるとともに高力ボルトによって締結することによって高力ボルト摩擦接合し、予め前記スプライスプレートの前記高力ボルトが挿通されるボルト孔の周囲における接合面に金属溶射による摩擦面処理を施してもよい。

[0024] このような橋梁の構造および床版取替え方法によれば、スプライスプレートのボルト孔の周囲における接合面に金属溶射による摩擦面処理を施すことで、高力ボルト摩擦接合に必要な摩擦係数を確保し、高力ボルトの本数を最小化することができる。

[0025] また、本発明の橋梁の構造においては、前記横リブ取付部材を複数備えてもよい。

さらに、本発明の床版取替え方法においては、前記主桁ウェブに複数の前記横リブ取付部材をボルト結合し、前記鋼床版配設工程の後に、前記複数の横リブ取付部材に前記横リブをそれぞれボルト結合してもよい。

[0026] このような橋梁の構造および床版取替え方法によれば、複数の横リブ取付部材全体で所定の曲げ耐力およびせん断耐力となるように構成できるため、複数の横リブ取付部材の1つ当たりの質量を軽くすることができる。これにより、各横リブ取付部材を作業者が人力で容易に運ぶことができる。

[0027] また、本発明の橋梁の構造においては、前記横リブ取付部材として、第1横リブ取付部材と、前記第1横リブ取付部材よりも下方に配置された第2横リブ取付部材とを備え、前記横リブおよび前記第1横リブ取付部材を互いに接合する第1スプライスプレートと、前記横リブ、前記第1横リブ取付部材および前記第2横リブ取付部材を互いに接合する第2スプライスプレートと、を備えてもよい。

さらに、本発明の床版取替え方法においては、前記主桁ウェブに前記横リブ取付部材である第1横リブ取付部材、および前記第1横リブ取付部材よりも下方に配置された第2横リブ取付部材をボルト結合し、前記横リブ剛結合工程において、第1スプライスプレートにより、前記横リブおよび前記第1横リブ取付部材を互いに接合し、第2スプライスプレートにより、前記横リブ、前記第1横リブ取付部材および前記第2横リブ取付部材を互いに接合してもよい。

[0028] このような橋梁の構造および床版取替え方法によれば、第2スプライスプレートにより第2横リブ取付部材だけでなく第1横リブ取付部材を接合する

ため、横リブにおける第1スプライスプレートと第2スプライスプレートとの間に位置する部分に応力が集中するのを避けることができる。

[0029] また、本発明の橋梁の構造においては、前記横リブ取付部材として、第1横リブ取付部材と、前記第1横リブ取付部材よりも下方に配置された第2横リブ取付部材とを備え、前記横リブ、前記第1横リブ取付部材および前記第2横リブ取付部材を互いに接合する第1スプライスプレートと、前記横リブおよび前記第2横リブ取付部材を互いに接合する第2スプライスプレートと、を備えてもよい。

さらに、本発明の床版取替え方法においては、前記主桁ウェブに前記横リブ取付部材である第1横リブ取付部材、および前記第1横リブ取付部材よりも下方に配置された第2横リブ取付部材をボルト結合し、前記横リブ剛結合工程において、第1スプライスプレートにより、前記横リブ、前記第1横リブ取付部材および前記第2横リブ取付部材を互いに接合し、第2スプライスプレートにより、前記横リブおよび前記第2横リブ取付部材を互いに接合してもよい。

[0030] このような橋梁の構造および床版取替え方法によれば、第1スプライスプレートにより第1横リブ取付部材だけでなく第2横リブ取付部材を接合するため、横リブにおける第1スプライスプレートと第2スプライスプレートとの間に位置する部分に応力が集中するのを避けることができる。

[0031] また、本発明の橋梁の構造においては、前記せん断力伝達部材は、前記主桁ウェブに第1固定部材により固定された第1片と、前記デッキプレートの下面に接合されたりぶに、前記第1固定部材と上下方向において同等の位置に配置された第2固定部材により固定された第2片と、前記第1片および前記第2片にそれぞれ連なる連結片と、を備えてもよい。

さらに、本発明の床版取替え方法においては、前記鋼床版結合工程において、前記主桁ウェブに、前記せん断力伝達部材の第1片を第1固定部材により固定し、前記デッキプレートの下面に取付けられたりぶに、前記せん断力伝達部材の第2片を、前記第1固定部材と上下方向において同等の位置に配

置された第2固定部材により固定し、前記せん断力伝達部材の連結片は、前記第1片および前記第2片にそれぞれ連なってもよい。

[0032] このような橋梁の構造および床版取替え方法によれば、第1片が第1固定部材により主桁ウェブに固定される位置と、第2片が第2固定部材によりリブに固定される位置と、が上下方向において同等であるため、せん断力伝達部材に水平面に沿う軸線周りのモーメントが生じるのが抑制される。このため、せん断力伝達部材がモーメントに耐える必要が少なくなり、せん断力伝達部材を軽量化することができる。

また、本発明の橋梁の構造においては、前記鋼床版は、平板状に形成されて前記横リブに交差する方向に延び、前記デッキプレートの下方に配置されて前記デッキプレートに接合されている縦リブを備え、前記縦リブは、前記横リブのウェブの上端部に形成された切欠きに挿通され、前記横リブの前記切欠きの端部と前記縦リブとにそれぞれ接合されて前記切欠きを封止している接続部を備えてもよい。

さらに、本発明の床版取替え方法においては、前記鋼床版は、平板状に形成されて前記横リブに交差する方向に延び、前記デッキプレートの下方に配置されて前記デッキプレートに接合されている縦リブを備え、前記縦リブは、前記横リブのウェブの上端部に形成された切欠きに挿通され、前記横リブの前記切欠きの端部と前記縦リブとにそれぞれ接合されて前記切欠きを封止している接続部を備えてもよい。

このような橋梁の構造および床版取替え方法によれば、縦リブと横リブとの交差部において横リブの切欠きが存在しないため応力が集中しにくくなる。このため、横リブ又は縦リブからき裂が発生するのを抑えられる。よって、鋼床版の耐久性を高められ、橋梁としての耐久性を高められる。

発明の効果

[0033] 本発明によれば、鋼床版の横リブを容易かつ強固に主桁のウェブに結合できるとともに、橋梁としての剛性を確保でき、さらに、主桁と鋼床版との間で橋軸方向にせん断力を確実に伝達することができる。

図面の簡単な説明

[0034] [図1]本発明の第1の実施の形態に係る橋梁の床版取替え方法の作業フローチャートである。

[図2A]本発明の第1の実施の形態に係る橋梁の床版取替え方法を説明するためのもので、床版取替え前の橋梁を斜め上方から見た斜視図である。ただし、片側の車線のみを示している。

[図2B]同、床版取替え前の橋梁を斜め下方から見た斜視図である。

[図3]同、横リブ取付部材を主桁ウェブに取り付けた状態を示すもので、(a)は橋梁を斜め下方から見た斜視図、(b)は右側の主桁の横リブ取付部材を含む断面図である。

[図4]同、横リブ取付部材を示すもので、(a)は横リブ取付部材の斜視図、(b)は(a)におけるA矢視図である。

[図5]同、横リブ取付部材を主桁ウェブに取り付けた状態を示す要部の断面図である。

[図6]同、鉄筋コンクリート床版の一部を除去した状態を示すもので、橋梁を斜め上方から見た斜視図である。

[図7]同、鉄筋コンクリート床版の一部を除去した状態を示すもので、橋梁を斜め下方から見た斜視図である。

[図8]同、残置コンクリート上部を除去した状態を示す断面図である。

[図9]同、鋼床版を設置した状態を示すもので、(a)は橋梁を斜め上方から見た斜視図、(b)は仮止め板を設置した状態を示す橋梁を斜め上方から見た斜視図である。

[図10]同、鋼床版を設置した状態を示すもので、(a)は橋梁を斜め下方から見た斜視図、(b)は橋梁の正面図である。

[図11]同、残置コンクリートを含む要部を示すもので、(a)は断面図、(b)は不定形材料を充填した状態を示す断面図である。

[図12]同、横リブを主桁ウェブに剛結合した状態を示すもので、(a)は斜め下方から見た斜視図、(b)は側面図である。

[図13]同、図10(b)における要部の斜視図である。

[図14]同、図12(a)における要部の平断面図である。

[図15]同、せん断力伝達部材を示すもので、(a)はせん断力伝達部材を取り付けた状態を示す要部の断面図、(b)はせん断力伝達部材の斜視図、(c)はせん断力伝達部材の正面図、(d)はせん断力伝達部材の側面図、(e)はせん断力伝達部材の底面図である。

[図16]同、(a)は鋼床版とそれに隣り合う鉄筋コンクリート床版とを示す要部の断面図、(b)は鋼床版と鉄筋コンクリート床版との間に仮止め板を仮設して、仮舗装を施した状態を示す要部の断面図である。

[図17]本発明の第1の実施の形態に係る橋梁の構造の要部を示す断面図である。

[図18]本発明の第1の実施の形態において、次の鋼床版を設置する方法を説明するためのもので、除去部を設けた状態を示す斜め上方から見た斜視図である。

[図19]同、除去部を設けた状態を示す斜め下方から見た斜視図である。

[図20A]同、次の鋼床版を設置した状態を示す斜め上方から見た斜視図である。

[図20B]同、他方側の車線の鉄筋コンクリート床版の一部除去した状態を示すもので、橋梁を斜め上方から見た斜視図である。

[図20C]同、他方側の車線の鉄筋コンクリート床版の一部を除去した状態を示すもので、除去部における正断面図である。

[図20D]同、他方側の車線側に鋼床版を設置した状態を示すもので、橋梁を斜め上方から見た斜視図である。

[図20E]同、他方側の車線側に鋼床版を設置した状態を示すもので、当該鋼床版における正断面図である。

[図20F]同、鋼床版と鉄筋コンクリート床版との間に仮止め板を仮設して、仮舗装を施した状態を示す正断面図である。

[図20G]同、パネル間継手によって橋軸方向に隣り合う鋼床版を接合した状態

を示す正断面図である。

[図20H]同、パネル間継手によって橋軸直交方向に隣り合う鋼床版を接合した状態を示す正断面図である。

[図21]同、次の鋼床版を設置した状態を示す斜め下方から見た斜視図である。

[図22]本発明の第2の実施の形態に係る橋梁の床版取替え方法を説明するためのもので、床版取替え前の橋梁を斜め上方から見た斜視図である。ただし、片側の車線のみを示している。

[図23]同、床版取替え前の橋梁を斜め下方から見た斜視図である。

[図24]同、鉄筋コンクリート床版の一部を除去した状態を示すもので、橋梁を斜め上方から見た斜視図である。

[図25]同、鉄筋コンクリート床版の一部を除去した状態を示すもので、橋梁を斜め下方から見た斜視図である。

[図26]同、鋼床版を設置した状態を示すもので、橋梁を斜め上方から見た斜視図である。

[図27]同、鋼床版を設置した状態を示すもので、橋梁を斜め下方から見た斜視図である。

[図28]同、鉄筋コンクリート床版のさらなる一部を除去した状態を示すもので、橋梁を斜め上方から見た斜視図である。

[図29]同、鉄筋コンクリート床版のさらなる一部を除去した状態を示すもので、橋梁を斜め下方から見た斜視図である。

[図30]同、次の鋼床版を設置した状態を示すもので、橋梁を斜め上方から見た斜視図である。

[図31]同、次の鋼床版を設置した状態を示すもので、橋梁を斜め下方から見た斜視図である。

[図32]同、橋梁の床版取替え構造の要部を示す断面図である。

[図33]本発明の第3の実施の形態に係る橋梁の要部を示す断面図である。

[図34]同、橋梁の要部を斜め下方から見た斜視図である。

[図35]同、橋梁の第1、第2横リブ取付部材を斜め下方から見た斜視図である。

[図36]同、橋梁の残置コンクリートを含む要部を示す断面図である。

[図37]主桁上フランジと第1横リブ取付部材との間の主桁ウェブの長さが比較的長い場合の橋梁の解析モデルを示す図である。

[図38]主桁上フランジと第1横リブ取付部材との間の主桁ウェブの長さが比較的短い場合の橋梁の解析モデルを示す図である。

[図39]本発明の第3の実施の形態の変形例に係る橋梁の要部を示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0035] 以下、図面を参照して本発明に係る橋梁の構造および床版取替え方法の実施の形態について説明する。

(第1の実施の形態)

なお、本実施の形態では、橋梁の主桁に支持されて敷設されている鉄筋コンクリート床版の一部を鋼床版に取り替える場合について、取り替えの施工ステップにしたがって、順次説明する。

[0036] 第1の実施の形態では、橋幅方向に隣り合う主桁の間隔が3 m程度あり、橋幅方向に鉄筋コンクリート床版の一部を切断して、新設の鋼床版に取り替える場合について、図1に示す作業フローチャートも参照して、説明する。

図2 Aおよび図2 Bは床版取替え前の橋梁（ただし、片側の車線（図に示すものの場合、片側2車線）のみ）を示すもので、図2 Aは斜め上方から見た斜視図、図2 Bは斜め下方から見た斜視図である。

図2 Aおよび図2 Bに示すように、橋梁（橋梁の構造）10は、主桁11、横桁12、対傾構13および鉄筋コンクリート床版14を備えている。

主桁11はH形鋼またはI形鋼によって形成され、橋軸方向（図2 AにおいてZ方向）に延在して設けられている。なお、図に示すものの場合、両車線合わせて全部で6本の主桁が設けられている中で、片側の車線の3本のみがあらわされている。これらの主桁11は、橋幅方向（橋軸方向と直交する

水平方向（いわゆる橋軸直交方向。図2AにおいてX方向）に所定間隔で配置されている。主桁11は主桁ウェブ11aと主桁上フランジ11bと主桁下フランジ11cとを有している。なお、主桁11は図示しない橋台や橋脚の間に架設されている。

[0037] 横桁12はH形鋼またはI形鋼によって形成され、橋幅方向に延在し、かつ隣り合う主桁11、11間に架設され、横桁12の端部は主桁ウェブ11aに溶接やボルト止め等によって結合されている。また、横桁12は、橋軸方向に所定間隔で複数配置されているが、図2Bでは橋梁10の一部を図示しているので、橋軸直交方向に同軸で延在する2本の横桁12が設けられている。

[0038] 対傾構13は、風や地震等の横荷重に抵抗するためのもので、上弦材、下弦材、縦材および斜材等からなるトラス構造となっている。対傾構は隣り合う主桁11、11間に架設され、ガセット等によって主桁11に結合されている。また、対傾構13は、橋軸方向に所定間隔で複数配置されているが、図2Bでは橋梁10の一部を図示しているので、橋軸直交方向に同軸で延在する2つの対傾構13が設けられ、当該対傾構13が橋軸方向に離間し、かつ横桁12を挟む位置に設けられている。

[0039] 鉄筋コンクリート床版14は内部に鉄筋が縦横に配筋されており、当該鉄筋コンクリート床版14の下面には、当該下面から突出する凸条（ハンチ部）14aが橋軸方向に延在していて、本実施の形態では凸条14aは橋幅方向に所定間隔で3つ形成されている。3つの凸条14aは、3本の主桁11の直上に位置しており、主桁上フランジ11bに設置固定されている。主桁上フランジ11bの上面には図示しないスタッドが橋幅方向および橋軸方向にそれぞれ所定間隔で複数立設され、これらスタッドが鉄筋コンクリート床版14のコンクリートと結合されている。また、鉄筋コンクリート床版14は橋幅方向の両端部にそれぞれ地覆14bが設けられ、一方の端部に高欄14cが設けられている。さらに、鉄筋コンクリート床版14の上面にはアスファルト等で形成された舗装部15が地覆14b、14b間において施工さ

れている。

[0040] このような構成の橋梁 10 の主桁 11 に支持されて敷設されている鉄筋コンクリート床版 14 の一部を新設の鋼床版に取り替える場合、準備工程（図 1 のステップ S 1）として、まず橋梁 10 の下に、図示しない全面吊足場を設置し、この全面吊足場から、新設の鋼床版の設置（取替え）の際に干渉する部材の撤去、改良、仕上げ（一部グラインダー作業）を行う。なお、検査等のためなどに全面足場が予め設置されている場合は、その足場を使って同じ作業を行うことができる。

次に、図 3 に示すように、主桁ウェブ 11 a の上部に横リブ取付部材 16 を高力ボルトによってボルト結合する。この場合、鉄筋コンクリート床版 14 の下面側で作業を行って横リブ取付部材 16 を主桁ウェブ 11 a にボルト結合する（図 1 のステップ S 2）。

なお、図 3（b）は、図 3（a）における右側の主桁 11 の、横リブ取付部材 16 を含む断面図である。なお、以下でいう右側とは、本明細書の表示面に向かって右側のことを意味する。左側についても同様である。

横リブ取付部材 16 は、図 4 に示すように、断面 T 形に形成され、矩形板状の固定プレート 16 a と、この固定プレート 16 a の幅方向中央部に、当該固定プレート 16 a の板面から直角方向に突設させた矩形板状の連結プレート 16 b とを有している。固定プレート 16 a と連結プレート 16 b とは上下方向の長さが等しくなっており、連結プレート 16 b の固定プレート 16 a からの突出長さは、後述する鋼床版 30 の横リブ 33 の端面に連結プレート 16 b の先端面が当接可能となるような長さに設定されている。この横リブ取付部材 16 は、横リブ 33 と主桁ウェブ 11 a を連続化させるための部材であり、引張ボルト接合によって主桁ウェブ 11 a に取り付けられ、また、鋼床版 30 の横リブ 33 とは 2 面せん断の摩擦接合により接続される。

また、固定プレート 16 a にはボルト孔 16 c が複数設けられ、連結プレート 16 b にはボルト孔 16 d が複数設けられている。

[0041] このような横リブ取付部材 16 は、新設の鋼床版を取り替える部位の下方

に位置する主桁ウェブ 11 a のウェブ面に固定プレート 16 a を当接させてボルト結合することによって取り付ける。本実施の形態では、図 3 (a) において右側の主桁 11 と中央部の主桁 11 との間において鉄筋コンクリート床版 14 の一部を鋼床版に取り替えるので、図 5 に示すように、右側の主桁 11 の主桁ウェブ 11 a の両ウェブ面に、当該主桁ウェブ 11 a の厚さ方向の中央部を境として横リブ取付部材 16 を略左右対称的に取り付け、中央部の主桁 11 の主桁ウェブ 11 a の、右側の主桁 11 側を向くウェブ面に横リブ取付部材 16 を取り付ける。なお、図 5 において、右側の横リブ取付部材 16の方が左側の横リブ取付部材 16 より上下方向の長さが長く、かつ、右側の横リブ取付部材 16 の下端が左側の横リブ取付部材 16 の下端より下方に突出している。これは、後述する横リブ 33 A の主桁ウェブ 11 a 側の端部の上下方向の長さが、横リブ 33 B の主桁ウェブ 11 a 側の端部の上下方向の長さより長く、かつ、横リブ 33 A の下端が横リブ 33 B の下端より下方に突出していることによるものである（図 10 (b) 参照）。したがって、横リブ 33 A の主桁ウェブ 11 a 側の端部の上下方向の長さと、横リブ 33 B の主桁ウェブ 11 a 側の端部の上下方向の長さとが等しい場合、右側の横リブ取付部材 16 の上下方向の長さと左側の横リブ取付部材 16 の上下方向の長さとが等しくてもよい。

[0042] また、右側の主桁ウェブ 11 a のウェブ面に横リブ取付部材 16 を結合する場合、ウェブ面の塗装を剥離したうえで、高力ボルトによる通常の摩擦接合によって結合する。つまり、図 5 に示すように、主桁ウェブ 11 a には、前記ボルト孔 16 c と対応した位置にボルト孔 11 d が設けられ、ボルト孔 11 d と、主桁ウェブ 11 a の両ウェブ面にそれぞれ当接された横リブ取付部材 16、16 の固定プレート 16 a のボルト孔 16 c、16 c に高力ボルト 18 を挿通し、当該高力ボルト 18 にナット 18 a を螺合して締め付けることによって、主桁ウェブ 11 a のウェブ面に横リブ取付部材 16 を結合する。

このとき、横リブ取付部材 16 の固定プレート 16 a には、あらかじめ工

場で孔あけ加工がなされ、ボルト孔 1 6 c が設けられている一方で、主桁ウェブ 1 1 a には、結合作業を行う前の段階ではボルト孔 1 1 d は設けられていない。横リブ取付部材 1 6 を適切な位置に仮設置し、そのボルト孔 1 6 c をテンプレートとして、主桁ウェブ 1 1 a に現場で図示しない携帯式ボール盤のような器具を用いて穴あけ加工を行う。結合作業時においては、各部材間で位置ずれが生じる可能性がありボルト孔の位置を調節する必要があるが、この方式によって横リブ取付部材 1 6 と主桁ウェブ 1 1 a とのボルト孔の相対的な位置調節が可能となる。

また、中央部の主桁ウェブ 1 1 a のウェブ面に横リブ取付部材 1 6 を結合する場合も同にして行う。

また、中央部の主桁ウェブ 1 1 a の反対側（左側の主桁 1 1 側）のウェブ面には、中央部の主桁 1 1 と左側の主桁 1 1 とに支持されて敷設されている鉄筋コンクリート床版 1 4 の一部を新設の鋼床版に取り替える際に、同様にして横リブ取付部材 1 6 を取り付ける。

なお、横リブ取付部材 1 6 を主桁 1 1 に取り付けた後、図 6 に示すように、必要に応じて、上部交通の車線規制を行う（図 1 のステップ S 3）。車線規制を行う場合、路面の幅方向（橋幅方向）の中央部に仮設ガード 1 7 を橋軸方向に所定間隔で立設する。図 6 は、右側の 1 車線を規制したものを示していて、仮設ガード 1 7 より左側が車両通行帯であり、右側が工事帯となっている。

[0043] 次に、工事帯において、鉄筋コンクリート床版 1 4 の一部のうち、橋軸方向（Z 方向）の所定の幅内において主桁上フランジ 1 1 b の上面側に設けられている部分以外を除去することで、鉄筋コンクリート床版 1 4 の一部に除去部 2 0 を設けるとともに、当該除去部 2 0 において主桁上フランジ 1 1 b の上面側に残置鉄筋コンクリート 2 1 を残置する（鉄筋コンクリート床版除去工程）。

[0044] すなわち、図 6 および図 7 に示すように、橋幅方向の右側に位置する主桁 1 1 と中央部に位置する主桁 1 1 との間に位置する鉄筋コンクリート床版 1

4の橋軸方向における所定部位を、後述する鋼床版の平面視形状や大きさ（この実施形態の場合、平面視略矩形状）に応じて、コンクリートカッタによって切断し、撤去する（図1のステップS4）。この際、主桁上フランジ11bの上面側に設けられている部分以外を除去して空間を形成することで、鉄筋コンクリート床版14の所定部位（一部）に除去部20を設ける。この場合、右側の主桁11の主桁上フランジ11bの上面全体に残置鉄筋コンクリート21を残置し、中央部の主桁11の主桁上フランジ11bの上面略半分（橋幅方向の半分）に残置鉄筋コンクリート21を残置する。

また、このとき、鉄筋コンクリート床版14の除去部20を囲む周縁部分において、除去部20と橋幅方向に隣り合う鉄筋コンクリート床版14の部分については、主桁11の主桁上フランジ11bの上面側において舗装部15の一部を橋軸方向に沿って除去し、除去部20に沿う縁部を露出させる。さらに、主桁11、11間に位置し、除去部20と橋軸方向において隣り合う鉄筋コンクリート床版14の部分については、橋幅方向に沿って舗装部15を除去し、除去部20に沿う一対の縁部を露出させる。

[0045] このようにして鉄筋コンクリート床版14の所定部位を平面視略矩形状に切断することで形成された矩形状の除去部20の平面視における橋軸方向の長さは、取り替えられる新設の鋼床版の平面視における橋軸方向の長さより若干長く設定される。また、鉄筋コンクリート床版14の所定部位を平面視略矩形状に切断する場合、右側の地覆14bおよび高欄14cを含めて切断するので、除去部20の橋幅方向外側（右側）は開放されている。

[0046] また、このような鉄筋コンクリート床版除去工程において、図8に示すように、右側の主桁11の主桁上フランジ11b上の残置鉄筋コンクリート21の上部の被りコンクリート22およびその上部の舗装部15をハンマー打撃等による人力作業によって除去する（図1のステップS5）。この場合、残置鉄筋コンクリート21の上鉄筋21aより上側の被りコンクリート22を除去するが、主桁上フランジ11bの上面に立設されているスタッド（図示略）やスラブアンカ（図示略）等の鋼材は残置する。

[0047] 次に、図9（a）に示すように、前記除去部20に、新設の鋼床版30を残置鉄筋コンクリート21に被せるように配設して、一旦仮置きする（鋼床版配設工程）。この場合、後述する下延出縦リブ32A、32A間に残置鉄筋コンクリート21を橋幅方向において挟み込むようにして配置するとともに、デッキプレート31の下面を残置鉄筋コンクリート21の上面に当接することによって、鋼床版30を仮置きする（図1のステップS6）。

鋼床版30は、図10に示すように、デッキプレート31と、当該デッキプレート31の下面に溶接等によって接合された複数の縦リブ32と、当該縦リブ32に直角に配置された横リブ33とを備え、デッキプレート31の上面には予め舗装部34が施工されている。デッキプレート31の外周縁部31aは舗装部34の外周縁部より外側に突出している。

縦リブ32は、横リブ33のウェブの上端部に形成された切欠きに挿通され、横リブ33の切欠きの端部と縦リブ32とにそれぞれ接合されて切欠きを封止している接続部、好ましくは溶接部、を備えてもよい。これにより、縦リブ32と横リブ33との交差部において横リブ33の切欠きが存在しないため応力が集中しにくくなる。このため、横リブ33又は縦リブ32からき裂が発生するのを抑えられる。よって、鋼床版の耐久性を高められ、橋梁としての耐久性を高められる。

[0048] 複数の縦リブ32はそれぞれ橋軸方向に延在するとともに、橋幅方向において所定間隔で平行に設けられている。図10（b）や図11、図17に示すように、これら複数の縦リブ32のうち主桁上フランジ11bを橋幅方向に挟むようにして配置されている2つの縦リブ32は他の縦リブ32より下方に突出し、かつ新設の鋼床版30のデッキプレート31の下面を残置鉄筋コンクリート21の上面に当接させた状態において、下端部が主桁上フランジ11bの下面よりも十分に下方に延出する下延出縦リブ（リブ）32A、32Aとなっている。下延出縦リブ32A、32Aは、力学的な作用としては鋼床版30の縦リブとして作用し、また、主桁11のウェブの一部として、せん断力伝達部材50を通じて鋼床版30と主桁11の間の橋軸方向せん

断力の伝達する作用を持つ。また、その他の機能としては、残置鉄筋コンクリート 21 の周囲を覆い、鋼床版 30 との間に後述する不定形材料 47 を充填するにあたっての型枠の一部として機能する。

そして、平面視矩形状の除去部 20 に、新設の鋼床版 30 を残置鉄筋コンクリート 21 に被せるように配設する場合、下延出縦リブ 32 A, 32 A が右側の主桁 11 の主桁上フランジ 11 b を橋幅方向に挟むようにして配設する。このとき、主桁上フランジ 11 b の橋幅方向の端部と、この端部と対向している下延出縦リブ 32 A, 32 A の橋幅方向の面との間には隙間があるので、この隙間にシール材 36 を嵌め込む。また、下延出縦リブ 32 A, 32 A の主桁上フランジ 11 b と対向する面から、シール材 36 の下面と主桁上フランジ 11 b の下面とにわたって、コンクリート型枠、防水、防蝕のためのチタン箔 37 を貼り付ける。

[0049] また、鋼床版 30 には、図 11 (a) に示すように、当該鋼床版 30 の高さを調整可能な高さ調整ボルト 40 が残置鉄筋コンクリート 21 に当接可能に螺合されている。すなわち、右側の主桁 11 の主桁上フランジ 11 b 上の残置鉄筋コンクリート 21 の上方に位置するデッキプレート 31 の部位には、ねじ孔 41 が設けられており、このねじ孔 41 に高さ調整ボルト 40 が螺合され、当該高さ調整ボルト 40 の先端部（下端部）が残置鉄筋コンクリート 21 の上面に当接している。このような高さ調整ボルト 40 はデッキプレート 31 の橋軸方向の縁部で、かつ主桁 11 の上方に複数設けられている。

そして、鋼床版配設工程の後に、高さ調整ボルト 40 を適宜正逆方向に回すことによって、鋼床版 30 を昇降させて高さを調整する。すなわち、鋼床版 30 の舗装部 34 の上面と、鉄筋コンクリート床版 14 の舗装部 15 の上面とがほぼ面一となるように、鋼床版 30 の高さを調整する（図 1 のステップ S7）。

[0050] 次に、鋼床版 30 の横リブ 33 を当該横リブ 33 の橋幅方向の端部において、当該端部に直近の主桁ウェブ 11 a に剛結合する（横リブ剛結合工程）（図 1 のステップ S8）。

図10に示すように、鋼床版30は、デッキプレート31の下面側に、橋幅方向に配設され、かつ橋幅方向の一端面または両端面の少なくとも一部が直近の主桁11の主桁ウェブ11aのウェブ面と対向する横リブ33を有している。

具体的には、デッキプレート31の下面には、橋幅方向に延在する2つの横リブ33（33A、33B）が右側の主桁11を挟んで溶接等によって接合されている。

[0051] また、図12に示すように、本実施の形態の鋼床版30における橋幅方向右側の横リブ33Aは、主桁11から一定距離までは下端部が略水平方向に形成され、さらに主桁11から離れた位置においては、この主桁11から離れるにしたがって、下端部が次第にデッキプレート31側に近づくように傾斜した態様の板体状に形成されている。そして、この横リブ33Aの橋幅方向の一端面33a（つまり、主桁側の端面）の一部が直近（右側）の主桁ウェブ11aの右側のウェブ面と対向している。なお、横リブ33Aの傾斜（水平面に対して傾斜）している下端面にはフランジ33bが固定されている。このような横リブ33Aはデッキプレート31の短辺の長さ方向（橋軸方向）の略中央部に配置されており、この横リブ33Aに前記縦リブ32が直交して配置され、それらの交差部が溶接されている。また、前記下延出縦リブ32Aは、主桁上フランジ11bとは反対側の面が、横リブ33Aの一端面33aと対向し、かつ下延出縦リブ32Aの延在方向と横リブ33Aの延在方向とが直交するように当該横リブ33Aの一端面33aに当接されたうえで、この横リブ33Aと溶接によって接合されている。さらに、下延出縦リブ32Aの一端面33aの下側の一部は、主桁上フランジ11bの下面よりも下方に延出していて、直近の主桁11側の面が主桁ウェブ11aのウェブ面と対向した状態となっている。

[0052] また、図10（b）および図13、図17に示すように、鋼床版30の橋幅方向左側の横リブ33Bは、矩形板状に形成された基部と、橋幅方向の両端部に設けられて当該基部からそれぞれ下方に突出する突出部33cとを一

体に有する板体状に形成されている。突出部 33c は、その下端側が、横リブ 33B の延在方向の両端側に行くにしたがって次第に下方側に突出する板体状に形成されている。したがって、横リブ 33B の両端およびその近傍は、突出部 33c により、延在方向の両端部に行くにしたがって鉛直方向の長さが大きくなる形状となっている。また、横リブ 33B の両端面は、それぞれ直近の主桁ウェブ 11a のウェブ面と対向している。つまり、横リブ 33B の一端面（左端面）33d の略下半分が中央部の主桁 11 の主桁ウェブ 11a のウェブ面と対向しており、横リブ 33B の他端面（右端面）33d の略下半分が右側の主桁 11 の主桁ウェブ 11a のウェブ面と対向している。このような横リブ 33B はデッキプレート 31 の短辺の長さ方向の略中央部に配置、つまり横リブ 33A の延長上に配置されており、横リブ 33B に前記縦リブ 32 が直交して配置され、それらの交差部が溶接されている。

[0053] そして、横リブ 33A, 33B を、これらの横リブ 33A, 33B における橋幅方向の端部の一端面を主桁ウェブ 11a のウェブ面と対向させた状態において、当該横リブ 33A, 33B の橋幅方向の端部 33e, 33e を直近の主桁ウェブ 11a, 11a に剛結合する。これによって、鋼床版 30 の床版作用に伴う交通荷重起因の発生応力を低減することができる。すなわち、同じ高さの横リブ 33 でも、主桁ウェブ 11a, 11a に剛結合することで鋼床版 30 に発生する応力が小さくなり、疲労寿命を十分に確保することが可能となる。

具体的に、本実施の形態においては、横リブ 33B については、その橋幅方向の端部 33e の一端面 33d を主桁ウェブ 11a のウェブ面と対向させた状態において、図 14 に示すように、中央部の主桁 11 の主桁ウェブ 11a に固定された横リブ取付部材 16 の連結プレート 16b の先端面に当接させたうえで、この端部 33e と連結プレート 16b をその両面側からスプライスプレート 42, 42 で挟み付け、高力ボルト 45 とナット 45a によって摩擦接合する。これにより、横リブ 33B を当該横リブ 33B の橋幅方向の左側の端部 33e において、当該端部 33e に直近の主桁ウェブ 11a に

剛結合する。このような構造とすることで、後述するように、鋼床版全体（特にデッキプレート）の上下方向の位置の不整に対して現場で容易に調整を行うことが可能となる。前記特許文献１の構造の場合、ブラケットの上に横リブを置くことになるが、この構成では上方向に位置調整をする場合にはブラケットと横リブとの間にスペーサーを必要とするため、調整作業に手間がかかる上、微調整がきわめて困難であり、逆に下方向に調整することは不可能となる。

また、同様にして、横リブ３３Ｂの橋幅方向の右側の端部３３ｅを右側の主桁１１の主桁ウェブ１１ａに固定された横リブ取付部材１６の連結プレート１６ｂの先端部に、スプライスプレート４２、４２および高力ボルト４５とナット４５ａを用いて剛結合する。

[0054] 連結プレート１６ｂには、図４に示すように、予め工場等において複数のボルト孔１６ｄが形成され、スプライスプレート４２にも、図１３および図１４に示すように、予め工場等において複数のボルト孔４２ｃが形成されている。そして、スプライスプレート４２のボルト孔４２ｃをテンプレートとして利用して、図示しない携帯式ボール盤のような器具を用いて穴開けを行い、横リブ３３Ｂの橋幅方向の端部３３ｅにボルト孔３３ｇを形成する。あるいは、図示しない多連の穴明け工具によって横リブ３３Ｂの橋幅方向の端部３３ｅにボルト孔３３ｇを形成することもできる。すなわち、横リブ３３Ｂの橋幅方向の端部３３ｅの表面に当接しているスプライスプレート４２に形成されている複数のボルト孔４２ｃに当該ボルト孔４２ｃの数に対応する本数を有する多連の穴明け工具を挿通しつつ端部３３ｅにボルト孔３３ｇを形成する。それにより、通常の１本の携帯式ボール盤と比較すると作業時間を大幅に削減することができる。また、結合作業時においては、各部材間で位置ずれが生じる可能性がありボルト孔の位置を調節しなければならない場合があるが、この方式によってスプライスプレート４２と横リブ３３Ｂとのボルト孔の相対的な位置調節を容易に行うことができる。

[0055] そして、同軸に配置されているボルト孔４２ｃ、１６ｄ、４２ｃおよびボ

ルト孔 4 2 c, 3 3 g, 4 2 c にそれぞれ高力ボルト 4 5 を挿通したうえで、この高力ボルト 4 5 にナット 4 5 a を螺合して締め付けることによって、横リブ 3 3 B を当該横リブ 3 3 B の橋幅方向の端部 3 3 e において、当該端部 3 3 e を直近の主桁ウェブ 1 1 a に摩擦接合により剛結合する。なお、図 1 2 および図 1 3 では、高力ボルト 4 5 の図示を省略している。

[0056] また、このような高力ボルトによる摩擦接合構造においては、横リブ 3 3 B の橋幅方向の端部 3 3 e の表面が接合されるスプライスプレート 4 2 の面および連結プレート 1 6 b の表面が接合されるスプライスプレート 4 2 の面に、摩擦接合に必要な摩擦係数を安定的に確保するため、アルミニウム等の金属溶射による摩擦面処理が工場等によって施されている。この摩擦面処理は、溶射金属が定着する程度にスプライスプレート 4 2 の面が下地処理された上に、低強度金属であるアルミニウムが溶融した状態で吹き付けられ、アルミニウム溶射層が形成されたものとなっている。下地処理は、例えば、表面粗さ（最大高さ R_z ）が $50\ \mu\text{m}$ 以上となるようにブラスト処理されている。

[0057] アルミニウム溶射層（金属溶射層）は、高力ボルト 4 5 が挿通されるボルト孔 4 2 c を中心とした接合面上の円周内に形成されている。この円周の直径は、例えば高力ボルト 4 5 の軸径の 3 倍程度に設定されている。また、アルミニウム溶射層の厚さは、 $200\ \mu\text{m}$ 以上、 $500\ \mu\text{m}$ 以下の範囲内で設定され、例えば、 $300\ \mu\text{m}$ となっている。

このようにスプライスプレート 4 2 にアルミニウム溶射層を設けることで、摩擦接合に必要な摩擦係数を確保し、高力ボルト 4 5 の本数を最小化することができる。

[0058] また、同様にして、図 1 2 に示すように、横リブ 3 3 A については、その橋幅方向の一端部 3 3 e の一端面 3 3 d を主桁ウェブ 1 1 a のウェブ面と対向させた状態において、右側の主桁 1 1 の主桁ウェブ 1 1 a に固定された横リブ取付部材 1 6 の連結プレート 1 6 b の先端面に当接したうえで、端部 3 3 e と連結プレート 1 6 b をその両面側からスプライスプレート 4 2, 4 2

で挟み付け、高力ボルト45によって締結することで、横リブ33Bを当該横リブ33Aの端部33eにおいて、当該端部33eに直近の主桁ウェブ11aに剛結合する。

また、このような高力ボルトによる摩擦接合構造においても、横リブ33Aの橋幅方向の端部33eの表面が接合されるスプライスプレート42の面および連結プレート16bの表面が接合されるスプライスプレート42の面にアルミニウム等の金属溶射による摩擦面処理が工場等によって施されている。また、スプライスプレート42のボルト孔42cをテンプレートとして利用して、図示しない携帯式ボール盤や多連の穴明け工具のような器具を用いて穴開けを行い、横リブ33Aの橋幅方向の端部33eにボルト孔33gを形成してもよいことは、前述のスプライスプレート42と横リブ33Bとの結合の場合と同様である。

[0059] 次に、図11(b)に示すように、鋼床版30と主桁上フランジ11bと残置鉄筋コンクリート21との間に、不定形材料47を充填する。すなわち、高さ調整ボルト40をねじ孔41から取り外したうえで、当該ねじ孔41から主桁上フランジ11bや残置鉄筋コンクリート21が収容されている下延出縦リブ32A、32Aの間の空間内に不定形材料47を充填する(図1のステップS9)。上述したように、下延出縦リブ32A、32Aが主桁上フランジ11bを橋幅方向に挟むようにして配設され、主桁上フランジ11bと下延出縦リブ32A、32Aとの間の隙間にシール材36が嵌め込まれているので、ねじ孔41から充填された不定形材料47は、鋼床版30のデッキプレート31と、主桁上フランジ11bと、シール材36と、下延出縦リブ32A、32Aとによって囲まれた空間に隙間なく行き渡って当該隙間を埋める。これによって、残置鉄筋コンクリート21の上鉄筋21a、デッキプレート31の下面および主桁上フランジ11bの上面等の腐食を防止できる。

[0060] 前記不定形材料47としては、例えばモルタルが使用されるが、それ以外でも無収縮の樹脂、ゴムラテックスなど、急速硬化性、流動性があるものを

使用できる。

なお、このような不定形材料 47 の充填作業は、後述するせん断力伝達部材 50 による鋼床版結合工程の後に行ってもよい。また、全体作業効率化のために、何パネル分かの鋼床版 30 の施工後にまとめて充填してもよい。鋼床版 30 に作用する死荷重および活荷重（交通荷重）は、設計的には横リブ 33 を通じて主桁ウェブ 11a に伝達されるためである。

[0061] 次に、図 10 および図 12、図 15 に示すように、主桁 11 と鋼床版 30 とを橋軸方向にせん断力を伝達するせん断力伝達部材 50 によって結合する（鋼床版結合工程）（図 1 のステップ S10）。

せん断力伝達部材 50 は、主桁 11 と鋼床版 30 との間において橋軸方向のせん断力を相互に伝達するもので、例えば矩形板状の S B H S 鋼材からなる鋼板を折り曲げることによって形成され、第 1 固定板 50a、第 2 固定板 50b および連結板 50c を一体に備えている。また、第 1 固定板 50a および第 2 固定板 50b には、それぞれ後述するボルト 51, 52 を挿通可能なボルト穴 50d が橋軸方向に離間して設けられている。

なお、せん断力伝達部材 50 は、S B H S 鋼材以外でも、例えば S U S や 鋳鉄によって形成してもよい。また、本実施の形態においては、せん断力伝達部材 50 はクランク状（断面略 Z 状）に成形されているが、主桁 11 と鋼床版 30 とを橋軸方向にせん断力を伝達可能に結合できれば、設計・施工上の必要に応じて別の形状を持ってもよい。せん断力伝達部材 50 はせん断力を伝達するのが役割であるので、設計的には必要な断面積を確保できていればよい。

[0062] 第 1 固定板 50a および第 2 固定板 50b は橋軸方向に長尺な矩形板状に形成されるとともに、板面（表面）が上下方向および橋軸方向に広がっている。また、第 1 固定板 50a と第 2 固定板 50b とはそれらの長辺および短辺が等しくなっていると同時に、橋軸直交方向（橋幅方向）に平行に離間している。第 1 固定板 50a と第 2 固定板 50b との短辺の長さは異なってもよいが、長辺の長さは等しいほうが好ましい。

[0063] 連結板 50c は、第 1 固定板 50a と第 2 固定板 50b とを連結するものであり、橋軸方向に長尺な矩形板状に形成されるとともに、板面（表面）が水平方向に広がっている。

また、連結板 50c はその長辺の長さが第 1 固定板 50a および第 2 固定板 50b の長辺の長さと同しくなっており、連結板 50c の一方の長辺部が第 1 固定板 50a の下方の長辺部に接続され、連結板 50c の他方の長辺部が第 2 固定板 50b の上方の長辺部に接続されている。また、連結板 50c の短辺の長さは、主桁上フランジ 11b の幅方向の縁部と主桁ウェブ 11a のウェブ面までの水平距離とほぼ等しくなっている。

なお、せん断力伝達部材 50 の橋軸方向の長さは適宜決定される。せん断力伝達部材 50 におけるせん断抵抗断面の総断面積が主桁ウェブ 11a と同じ断面積を保有していれば、鋼床版 30 と主桁 11 との間でせん断力のやりとりを可能とし、結果として鋼床版 30 と主桁 11 を一体に挙動する合成化を可能とする。

[0064] このような構成のせん断力伝達部材 50 を、鋼床版 30 の下側に、連結板 50c が水平に向き、かつ第 1 固定板 50a および第 2 固定板 50b が連結板 50c から鉛直に突出した状態で配置する。そして、せん断力伝達部材 50 の第 1 固定板 50a を鋼床版 30 の下延出縦リブ 32A に当接させたうえで、図 15 に示すように、当該下延出縦リブ 32A に高力ボルト 51 によって結合し、第 2 固定板 50b を主桁ウェブ 11a に当接させたうえで、当該主桁ウェブ 11a にボルト 52 によって結合する。また、せん断力伝達部材 50 の連結板 50c は主桁上フランジ 11b の下面側に、この主桁上フランジ 11b と離間した状態で配置する。このようにして、主桁 11 と鋼床版 30 とを橋軸方向にせん断力を伝達するせん断力伝達部材 50 によって結合する。

なお、このとき、図 15 に示すように、右側（ずれる側）の下延出縦リブ 32A と右側（ずれる側）のせん断力伝達部材 50 の第 1 固定板 50a との間にライナープレート 60 を介在させることで、主桁 11 に対する鋼床版 30

0の橋幅方向の寸法誤差を吸収するようにしてもよい。また、図15(b)～(e)に示すように、せん断力伝達部材50は、あらかじめボルト51, 52用のボルト穴50dをあけて現場に搬入する。現場では、せん断力伝達部材50に設けたこれらのボルト穴50dをテンプレートとして、図示しない携帯式ボール盤のような器具を用いて主桁ウェブ11aおよび下延出縦リブ32Aに穴あけ加工を行う。これにより、上下方向の寸法誤差の調整機能を現場で確保することができる。

また、せん断力伝達部材50は橋軸方向に沿って所定間隔で複数設け、これら複数のせん断力伝達部材50によって主桁11と鋼床版30とを結合してもよいし、1つのせん断力伝達部材50によって主桁11と鋼床版30とを結合してもよい。せん断力伝達のためには、せん断力伝達部材50のせん断抵抗断面の総断面積が影響するため、せん断伝達部材全体としてせん断抵抗断面を十分に確保できれば、せん断伝達部材は分割されていても鋼床版30と主桁11の合成化効果には差は生じない。ただし、せん断力伝達部材50が回転運動を生じないように、少なくとも1枚のせん断力伝達部材50には2本以上のボルト51, 52がそれぞれ配置されることが好ましい。

[0065] 本実施の形態では、図12に示すように、鋼床版30の横リブ33を橋軸方向において挟む位置に、それぞれせん断力伝達部材50を配置し、これらせん断力伝達部材50によって主桁11と鋼床版30とを結合している。

また、せん断力伝達部材50を、図15に示すように、右側の主桁11の主桁ウェブ11aを挟んで橋幅方向に対称的に配置し、一方のせん断力伝達部材50を一方の下延出縦リブ32Aと主桁ウェブ11aの一方のウェブ面にボルト52によって結合し、他方のせん断力伝達部材50を他方の下延出縦リブ32Aと主桁ウェブ11aの他方のウェブ面に同ボルト52によって結合する。

[0066] このように、主桁11と鋼床版30とを、橋軸方向のせん断力を相互に伝達するせん断力伝達部材50によって結合することによって、主桁11から鋼床版30に向けて橋軸方向のせん断力を伝達できる。

また、せん断力伝達部材 5 0 と主桁上フランジ 1 1 b とによって囲まれた部分の、橋軸方向の端部開口に、網部材 6 2 を設けることによって、当該囲まれた部分に鳩等の鳥が侵入するのを防止できる。

なお、このとき、図 1 5 に示すように、左側（ずれる側）のせん断力伝達部材 5 0 の第 2 固定板 5 0 b と主桁ウェブ 1 1 a との間にライナープレート 6 1 を介在させることで、主桁 1 1 に対する鋼床版 3 0 の橋幅方向の寸法誤差を吸収するようにしてもよい。

また、このようなせん断力伝達部材 5 0 による鋼床版結合工程は、後述する舗装工程の後に行ってもよいし、当該舗装工程と同時に行ってもよい。すなわち、せん断力伝達部材 5 0 の設置によって主桁 1 1 と鋼床版 3 0 が合成化されるため、主桁 1 1 での発生応力が大きく低減するが、せん断力伝達部材 5 0 の設置前の発生応力の高い状態でも、それが主桁 1 1 や鋼床版 3 0 を形成する鋼材の設計上の上限の応力以内であれば、短期での交通荷重を負担させることができる。そのため、舗装工程の後で、鋼床版上に交通を供用させながらせん断力伝達部材 5 0 の設置工事を行うことも可能である。

[0067] 次に、図 9（b）および図 1 6 に示すように、鋼床版 3 0 と、当該鋼床版 3 0 に橋幅方向および橋軸方向において隣り合う鉄筋コンクリート床版 1 4 との間に仮止め板 5 5 を架け渡し、この仮止め板 5 5 の上面側に、仮舗装部 5 6 を鋼床版 3 0 の上面に予め設けられている舗装部 3 4 および鉄筋コンクリート床版 1 4 上の舗装部 1 5 とほぼ面一に施工する（図 1 のステップ S 1 1）。仮止め板 5 5 は、一時的に鉄筋コンクリート床版 1 4 と鋼床版 3 0 との間、あるいは隣接する鋼床版間を連続させることにより、道路の陥没状態を抑止して車両の通行を可能ならしめる機能を有している。

すなわち、図 1 6（a）に示すように、前述の鉄筋コンクリート床版除去工程によって、鋼床版 3 0 が配設されている除去部 2 0 を囲む鉄筋コンクリート床版 1 4 の周縁部分のうち、橋幅方向に隣り合う部分は、主桁 1 1 の主桁上フランジ 1 1 b の上面側において舗装部 1 5 の一部が除去されて、鉄筋コンクリート床版 1 4 の橋幅方向において除去部 2 0 に隣接する縁部が露出

した状態となっている。また、主桁 11, 11 間に位置し、橋軸方向に隣り合う部分の鉄筋コンクリート床版 14 は、橋幅方向に沿って舗装部 15 の一部が除去されて、鉄筋コンクリート床版 14 の橋軸方向において除去部 20 に隣接する縁部が露出した状態となっている。

一方、鋼床版 30 のデッキプレート 31 の外周縁部 31 a は舗装部 34 の外周縁部より外側に突出しており、この突出している外周縁部 31 a にボルト孔 31 b が複数設けられている。

また、橋幅方向および橋軸方向において、鋼床版 30 の外周縁部 31 a と鉄筋コンクリート床版 14 の橋軸方向および橋幅方向に沿う縁部（外周縁部 32 a）との間には隙間 S が設けられている。

[0068] そして、図 16（b）に示すように、デッキプレート 31 の外周縁部 31 a と鉄筋コンクリート床版 14 の橋軸方向に沿う縁部 32 a とに前記隙間 S を跨ぐようにして、仮止め板 55 を架け渡す。この仮止め板 55 にはボルト孔 55 b が設けられており、当該ボルト孔 55 b が前記ボルト孔 31 b と同軸となるように、仮止め板 55 を架け渡す。そして、ボルト孔 55 b, 31 b にボルト 57 を挿通して、ナット 57 a によって締め付けることによって、仮止め板 55 を固定したうえで、当該仮止め板 55 の上面側に、仮舗装部 56 を鋼床版 30 の上面に予め設けられている舗装部 34 および鉄筋コンクリート床版 14 上の舗装部 15 とほぼ面一に施工する。なお、図 16 は、デッキプレート 31 の外周縁部 31 a と鉄筋コンクリート床版 14 の橋軸方向に沿う縁部 32 a との隙間 S に仮止め板 55 を架け渡し、仮舗装部 56 を設ける場合を示しているが、デッキプレート 31 の外周縁部 31 a と鉄筋コンクリート床版 14 の橋幅方向に沿う縁部 32 a との隙間 S に仮止め板 55 を架け渡して仮舗装部 56 を設ける場合についても、基本的には同様の手順で行う。

[0069] このようにして施工された橋梁の床版取替え構造は、図 17 に示すように、鉄筋コンクリート床版 14 の少なくとも一部のうち、主桁 11 の主桁上フランジ 11 b の上面側に設けられている部分以外を除去して残置されてなる

残置鉄筋コンクリート 21 と、鉄筋コンクリート床版 14 の少なくとも一部を、残置鉄筋コンクリート 21 を露出状態で除去してなる除去部 20（図 6 参照）に、残置鉄筋コンクリート 21 に被せるように配設された鋼床版 30 とを備えている。

[0070] また、鋼床版 30 は、デッキプレート 31 の下面側において橋幅方向に配設され、橋幅方向の一端面または両端面の少なくとも一部が直近の主桁 11 の主桁ウェブ 11 a のウェブ面と対向する横リブ 33（33 A, 33 B）を有しており、横リブ 33 が当該横リブ 33 の端部 33 e において、当該端部 33 e に直近の主桁ウェブ 11 a に、横リブ取付部材 16 によって剛結合されている。

また、図 12 に示すように、主桁 11 と鋼床版 30 とが橋軸方向にせん断力を伝達するせん断力伝達部材 50 によって結合されている。

[0071] また、鋼床版 30 と主桁上フランジ 11 b と残置鉄筋コンクリート 21 との間に、不定形材料 47 が充填されている。さらに、鋼床版 30 と、当該鋼床版 30 に隣り合う鉄筋コンクリート床版 14 との間に仮止め板 55 が架け渡され、仮止め板 55 の上面側に、仮舗装部 56 が鋼床版 30 の舗装部 34 および鉄筋コンクリート床版 14 上の舗装部 15 とほぼ面一に施工されている。

[0072] このようにして、1 つの鋼床版 30 の取り替えが終了した後、一時交通規制を解除して、工事帯を通行可能とする（図 1 のステップ S12）。

2 つめの鋼床版 30 の取り替えを行う場合、基本的に上述した工程を順次繰り返すことによって行う。ただし、各工程の詳細な説明は省略する。

まず、図 18 および図 19 に示すように、工事帯において、先に取り換えた（新設した）鋼床版 30 と橋軸方向において隣接する鉄筋コンクリート床版 14 の一部のうち、橋軸方向（Z 方向）の所定の幅内において主桁上フランジ 11 b の上面側に設けられている部分以外を除去することで、鉄筋コンクリート床版 14 の一部に除去部 20 を設けるとともに、当該除去部 20 において主桁上フランジ 11 b の上面側に残置鉄筋コンクリート 21 を残置す

る（鉄筋コンクリート床版除去工程）。また、主桁ウェブ 11a の上部に横リブ取付部材 16 を高力ボルトによってボルト結合する。

[0073] 次に、図 20A および図 21 に示すように、前記除去部 20 に、次の鋼床版 30 を残置鉄筋コンクリート 21（図 9 参照）に被せるように配設するとともに、高さ調整ボルト 40（図 11 参照）によって、当該鋼床版 30 の高さを調整する（鋼床版配設工程）。

次に、鋼床版 30 の横リブ 33 を当該横リブ 33 の端部において、当該端部に直近の主桁ウェブ 11a に、横リブ取付部材 16 によって剛結合する（横リブ剛結合工程）。

また、この段階において、図 20G および図 20H に示すように、隣り合う鋼床版 30、30 同士はパネル間継手 35 を使用して高力ボルト 46 によって接合する。このパネル間継手 35 は、2 面せん断のボルト摩擦接合によって隣接する鋼床版 30、30 同士を一体化するものである。このパネル間継手 35 によって、鋼床版 30 のデッキプレート 31 の橋軸方向（図 20G 参照）および橋軸直角方向（図 20H 参照）、さらに縦リブ 32、下延出縦リブ 32A（図 20G 参照）のそれぞれが 2 面せん断のボルト摩擦接合によって接合される。なお、パネル間継手 35 を設ける場合には、先だって存在する仮止め板 55 が存在する場合には、その仮止め板 55 は撤去する。

[0074] また、図 20G に示すように、橋軸方向（図 20G において紙面と直交する方向）に隣り合う鋼床版 30、30 同士を接合するパネル間継手 35 は、デッキプレート 31 の上面側に設けられて、鋼床版 30 の長辺方向（橋軸直交方向）に延在する継手プレート 35a と、デッキプレート 31 の下面側において橋軸直交方向に隣り合う縦リブ 32、32 間および縦リブ 32 と下延出縦リブ 32A との間にそれぞれ設けられて、継手プレート 35a より短い複数の継手プレート 35b とを備えている。そして、継手プレート 35a と継手プレート 35b とによって、隣り合う鋼床版 30、30 のデッキプレート 31、31 が挟み付けられ、高力ボルト 46 によって締結することで、鋼床版 30、30 同士が接合されている。

また、橋軸方向に隣り合う鋼床版 30, 30 の縦リブ 32, 32 どうしおよび下延出縦リブ 32 A, 32 A どうしを接合するパネル間継手 35 は、2 枚の継手プレート 35 c, 35 c を備えている。継手プレート 35 c は橋軸方向に隣り合う鋼床版 30, 30 の接合部を跨ぐようにして配置されている。そして、継手プレート 35 c, 35 c によって、橋軸方向に隣り合う鋼床版 30, 30 の縦リブ 32, 32 および下延出縦リブ 32 A, 32 A がそれぞれ挟み付けられ、高力ボルト 46 によって締結することで、鋼床版 30, 30 どうしが接合されている。

[0075] また、図 20 H に示すように、橋軸直交方向（図 20 H において左右方向）に隣り合う鋼床版 30, 30 どうしを接合するパネル間継手 35 は、2 枚の継手プレート 35 d, 35 d を備えている。継手プレート 35 d は橋軸直交方向に隣り合う鋼床版 30, 30 の接合部を跨ぐように配置されるとともに、鋼床版 30 の短辺方向（図 20 H において紙面と直交する方向）に沿って延在している。そして、継手プレート 35 d, 35 d によって、橋軸直交方向に隣り合う鋼床版 30, 30 のデッキプレート 31, 31 がそれぞれ挟み付けられ、高力ボルト 46 によって締結することで、鋼床版 30, 30 どうしが接合されている。

次に、主桁 11 と鋼床版 30 とを橋軸方向にせん断力を伝達するせん断力伝達部材 50 によって結合する（鋼床版結合工程）。

なお、この鋼床版結合工程の前に、鋼床版 30 と主桁上フランジ 11 b と残置鉄筋コンクリート 21 との間に、不定形材料を充填する。

[0076] 最後に、今回取り替えた鋼床版 30 と、当該鋼床版 30 に橋幅方向および橋軸方向において隣り合う鉄筋コンクリート床版 14 との間に仮止め板 55 を架け渡し、この仮止め板 55 の上面側に、仮舗装部 56 を鋼床版 30 の上面に予め設けられている舗装部 34 および鉄筋コンクリート床版 14 上の舗装部 15 とほぼ面一に施工する（図 16 参照）。

[0077] このようにして次の（2 つめの）鋼床版 30 を取り替えた後、同様にして必要な数の鋼床版 30 を次々に取り替えることによって、橋軸方向に所望な

距離だけ鉄筋コンクリート床版 14 に替えて新たな鋼床版 30 を新設する。

以上のようにして、片側 2 車線のうち一方側の車線について橋軸方向において所望な距離だけ新たな鋼床版 30 を新設する。

[0078] また、一方側の車線について橋軸方向に所望な距離だけ鉄筋コンクリート床版 14 に替えて新たな鋼床版 30 を新設した後、図 20B に示すように、片側 2 車線のうちの他方側の車線（図 20B において左側の車線）についても同様にして既設の鉄筋コンクリート床版 14 に替えて新たな鋼床版 30 を新設する。

図 20B では、一方側の車線において取り替えた鋼床版 30 が 2 枚記載されているが、実際は橋軸方向において鋼床版 30 は所定数だけ連続して施工（新設）されている。

なお、他方側の車線において、鋼床版 30 を新設する場合、一方側の車線において、鋼床版 30 を新設した場合と同様にして鋼床版 30 を新設するので、以下ではその方法を簡単に説明する。

[0079] 片側 2 車線のうちの他方側の車線において、鉄筋コンクリート床版 14 に替えて新たな鋼床版 30 を新設する場合、準備工程として、全面足場の設置や干渉する部材の撤去を行った後、鉄筋コンクリート床版 14 の下面側で、所定の主桁 11 の主桁ウェブ 11a の上部に横リブ取付部材 16 を高力ボルトによってボルト結合する作業を行う。

そして、他方側の車線について上部交通を規制（図示せず）した後、図 20B および図 20C に示すように、他方側の車線の鉄筋コンクリート床版 14 の少なくとも一部のうち、主桁 11 の主桁上フランジ 11b の上面側に設けられている部分以外を除去することで、鉄筋コンクリート床版 14 の少なくとも一部に除去部 20 を設けるとともに、当該除去部 20 において主桁上フランジ 11b の上面側に残置鉄筋コンクリート 21 を残置する（鉄筋コンクリート床版除去工程）。

次に、図 20D および図 20E に示すように、除去部 20 に、鋼床版 30 を残置鉄筋コンクリート 21 に被せるように配設する（鋼床版配設工程）。

次に、図 20E に示すように、横リブ 33 を当該横リブ 33 の橋幅方向の両端部において、当該両端部に直近の主桁ウェブ 11a に横リブ取付部材 16 によって剛結合する（横リブ剛結合工程）。なお、予め主桁ウェブ 11a に横リブ取付部材 16 をボルト結合しておく。また、横リブ取付部材 16 に横リブ 33 をボルト結合する場合、横リブ取付部材 16 と横リブ 33 の端部とをスプライスプレート 42 によって挟み付けるとともに高力ボルトによって締結する。

次に、主桁 11 と鋼床版 30 とを橋軸方向にせん断力を伝達するせん断力伝達部材 50 によって結合する（鋼床版結合工程）。

[0080] 次に、図 20F に示すように、鋼床版 30 と、当該鋼床版 30 に隣り合う鉄筋コンクリート床版 14 との間に仮止め板 55 を架け渡し、仮止め板 55 の上面側に、仮舗装部 56 を鋼床版 30 の上面側の舗装部 34 および鉄筋コンクリート床版 14 上の舗装部とほぼ面一に施工する。また、前記鋼床版（他方側の車線の鋼床版）30 と、一方側の車線に設置されている鋼床版 30 との間にはパネル間継手を取り付けて相互に接合し、パネル間継手の上面側に、仮舗装部 56 を橋幅方向に隣り合う鋼床版 30 の上面側の舗装部 34 とほぼ面一に施工する。

そして、橋梁において予定していた区間において鋼床版 30 の取り替えが終了することによって、工事全体を終了する。

[0081] なお、他方側の車線においても、前記鉄筋コンクリート床版除去工程において、残置鉄筋コンクリート 21 の上部の被りコンクリートを除去する。

また、鋼床版 30 に、当該鋼床版 30 の高さを調整可能な高さ調整ボルトが残置鉄筋コンクリート 21 に当接可能に螺合され、前記鋼床版配設工程の後に、高さ調整ボルトを回すことによって、鋼床版の高さを調整する。

さらに、前記鋼床版配設工程の後に、鋼床版 30 と主桁上フランジ 11b と残置鉄筋コンクリート 21 との間に、不定形材料を充填する。

[0082] 以上のように本実施の形態によれば、鋼床版 30 は、デッキプレート 31 の下面側において橋幅方向に配設され、橋幅方向の一端面または両端面の少

なくとも一部が直近の主桁 11 の主桁ウェブ 11 a のウェブ面と対向する横リブ 33 (33 A, 33 B) を有し、横リブ 33 が当該横リブ 33 の端部において、当該端部に直近の主桁ウェブ 11 a に剛結合されている。つまり、従来と異なり鋼床版 30 の横リブ 33 の端部が床版支持ブラケットを介することなく、直接主桁ウェブ 11 a に剛結合されているので、鋼床版 30 と主桁 11 とが一体構造の橋梁となって、橋梁としての剛性を確実に確保できるとともに、主桁ウェブ 11 a への床版支持ブラケットの取り付けの手間や、床版支持ブラケットへの鋼床版の横リブの取り付けの手間を削減できる。

また、主桁 11 と鋼床版 30 とが橋軸方向にせん断力を伝達するせん断力伝達部材 50 によって結合されているので、主桁 11 と鋼床版 30 との間で橋軸方向にせん断力を確実に伝達することができる。

横リブ 33 が主桁ウェブ 11 a に剛結合されることで、後孔方式であれば施工時の横リブ 33 の上下方向の位置調整を容易に行うことができる。もちろん、施工時の横リブ 33 の位置調整の必要性が小さいことがわかっていれば、先孔方式として工場等で孔を形成しておくことで、施工現場での施工時間・手間を削減することもできる。

[0083] また、残置鉄筋コンクリート 21 の上部の被りコンクリート 22 を除去すればよいと、主桁上フランジ 11 b に立設されているスタッド間のコンクリートを除去する必要がある。スタッド間のコンクリートは非常に除去に手間を要するため、当該コンクリートを残置することで、除去作業の手間を大幅に削減できる。

また、主桁上フランジ 11 b 上に残置鉄筋コンクリート 21 を残置するので、鉄筋コンクリート床版 14 の一部を除去した場合において、主桁 11 の座屈を抑制できる。

さらに、高さ調整ボルト 40 を回すことによって、鋼床版 30 の高さを調整できるので、鋼床版 30 の高さを、取り替えていない鉄筋コンクリート床版 14 や先に設置した鋼床版 30 の高さと同しくすることができる。つまり、現場において路面計画高を調整できる。

[0084] また、鋼床版 30 と主桁上フランジ 11b と残置鉄筋コンクリート 21 との間に、不定形材料 47 を充填するので、残置鉄筋コンクリート 21 の鉄筋、前記間（空間）に露出する鋼床版 30 の下面、主桁上フランジ 11b の上面等の腐食を防止できる。

また、鋼床版 30 と、当該鋼床版 30 に隣り合う鉄筋コンクリート床版 14 との間に仮止め板 55 を架け渡し、この仮止め板 55 の上面側に、仮舗装部 56 が、鋼床版 30 の舗装部 34 および既設の鉄筋コンクリート床版 14 上の舗装部 15 とほぼ面一に施工されているので、既設の鉄筋コンクリート床版 14 の舗装部 15 と更新された（取り替えられた）鋼床版 30 の舗装部 34 を連続させることができる。このため、床版の取り替えの際に行っていた車線規制を解除して一時的に車両を走行させることができる。

[0085] さらに、主桁ウェブ 11a にボルト結合された横リブ取付部材 16 に横リブ 33 の端部がボルト結合されているので、横リブ 33 の端部を当該端部に直近の主桁ウェブ 11a に容易かつ確実に剛結合できる。

また、スプライスプレート 42 のボルト孔 42c の周囲における接合面に金属溶射（アルミニウム溶射）による摩擦面処理を施しているので、高力ボルト摩擦接合に必要な摩擦係数を確保し、高力ボルト 45 の本数を最小化することができる。

加えて、既設の鉄筋コンクリート床版 14 を、当該鉄筋コンクリート床版 14 より遥かに軽い鋼床版 30 に取り替えるので、鋼床版 30 を鉄筋コンクリート床版 14 より橋幅方向外側に突出させることができる、つまり、道路の路肩幅を大きくすることができる。

[0086] （第 2 の実施の形態）

次に第 2 の実施の形態について説明する。

第 2 の実施の形態では、橋幅方向に隣り合う主桁の間隔が 2 m ～ 2.5 m で程度あり、鉄筋コンクリート床版の一部を橋軸方向に長い形状に切断して除去し、新設の鋼床版に取り替える場合について説明する。

なお、本実施の形態では、基本的に上述した第 1 の実施の形態で説明した

工程を順次繰り返すことによって行う。したがって、各工程の詳細な説明は省略するとともに、第 1 の実施の形態と同一構成部材には同一符号を付して、その説明を省略ないし簡略化する。

[0087] まず、図 22 に示すような橋梁 10 の下に、図示しない全面吊足場を設置し、この全面吊足場から、新設の鋼床版の設置（取替え）の際に干渉する部材の撤去、改良、仕上げ（一部グラインダー作業）を行う。

次に、図 23 に示すように、橋梁 10 における 4 つの主桁のうち、右側 2 つの主桁 11 の主桁ウェブ 11a の上部に横リブ取付部材 16 を橋軸方向に所定間隔で配置して、高力ボルトによってボルト結合する。この場合、最も右側に位置する主桁 11 の主桁ウェブ 11a の両ウェブ面にそれぞれ横リブ取付部材 16 をボルト結合するとともに、右から 2 つ目の主桁 11 の主桁ウェブ 11a の右側のウェブ面に横リブ取付部材 16 をボルト結合する。

なお、横リブ取付部材 16 を主桁 11 に取り付けた後必要に応じて、上部交通の片側車線規制を行う。片側車線規制を行う場合、路面の幅方向（橋幅方向）の中央部に仮設ガード 17 を橋軸方向に所定間隔で立設する。

[0088] 次に、図 24 および図 25 に示すように、鉄筋コンクリート床版 14 のうち、右側の主桁 11 から橋幅方向（X 方向）外側（右側）に張り出している張出ブラケット 14A（図 22 および図 23 参照）を含む部分を、橋軸方向（Z 方向）に大きく平面視矩形状に除去することで、つまり、橋軸方向の両端部に張出ブラケット 14A の一部を残すように、張出ブラケット 14A を含む鉄筋コンクリート床版 14 の橋幅方向の右側縁部を除去することで、鉄筋コンクリート床版 14 の一部に除去部 20A を設けるとともに、当該除去部 20A において右側の主桁上フランジ 11b の上面側の半分に残置鉄筋コンクリート 21 を残置する。

[0089] 次に、図 26 および図 27 に示すように、前記除去部 20A に、新設の鋼床版 30A を、残置鉄筋コンクリート 21 に被せるように設置し、当該鋼床版 30A の横リブ 33 の橋幅方向の端部を、当該横リブ 33 の橋幅方向の主桁 11 側の端面が直近の主桁 11 の主桁ウェブ 11a のウェブ面と対向した

状態で、直近の主桁ウェブ 11a に結合した横リブ取付部材 16 によって剛結合することにより、横リブ 33 と直近の主桁ウェブ 11a とを剛結合する。また、この横リブ結合工程の前に、鋼床版 30A の高さ調整を上述した高さ調整ボルト 40（図示略）によって行う。

この実施形態の鋼床版 30A は、所定の間隔（図に示すものの場合、2.25 m 間隔）で 5 枚の横リブ 33 を備えている。なお、隣接する横リブ 33 間の間隔は主に輸送によって決まるが、主桁の間隔が通常の 2.5 m 程度であれば鋼床版 30A の橋幅方向の長さを 2.5 m 強程度とすることができるため、横リブ 33 間の間隔は比較的大きくとることができる。そのとき、鋼床版 30A の橋軸方向の長さは輸送限界の 12 m 程度が最大となるため、横リブ 33 の枚数は、2.25 m 間隔で 5 枚とすることができる。ただし、施工その他の条件により、鋼床版の橋軸方向の長さは適宜適当に取ることができ、その中に横リブを最大 2.25 m 程度の間隔で配置することができる。

[0090] 次に、図 28 および図 29 に示すように、鉄筋コンクリート床版 14 のうち、右側 2 つの主桁 11、11 間の部分を平面視矩形状に除去することで、鉄筋コンクリート床版 14 の一部に除去部 20B を設けるとともに、当該除去部 20B において最も右側の主桁 11 の主桁上フランジ 11b の上面に残置鉄筋コンクリート 21 を残置するとともに、右から 2 つめの主桁 11 の主桁上フランジ 11b の上面半分に残置鉄筋コンクリート 21 を残置する（鉄筋コンクリート床版除去工程）。

[0091] 次に、図 30 および図 31 に示すように、前記除去部 20B に、次の鋼床版 30B を残置鉄筋コンクリート 21（図 28 参照）に被せるように配設するとともに、高さ調整ボルト 40（図 11 参照）によって、当該鋼床版 30B の高さを調整する（鋼床版配設工程）。

次に、鋼床版 30B の横リブ 33 を当該横リブ 33 の橋幅方向の端部において、当該端部に直近の主桁ウェブ 11a に、横リブ取付部材 16 によって剛結合する（横リブ剛結合工程）。

次に、図 32 に示すように、最も右側の主桁 11 と鋼床版 30A とを橋軸

方向にせん断力を伝達する、第1の実施の形態と同様のせん断力伝達部材50によって結合するとともに、同主桁11と鋼床版30Bとを橋軸方向にせん断力を伝達する、せん断力伝達部材50によって結合する（鋼床版結合工程）。なお、せん断力伝達部材50の取り付けは、交通規制の解除後に行うこともできる。

また、橋軸直交方向（図32において左右方向）に隣り合う鋼床版30A, 30Bどうしをパネル間継手35によって接合する。パネル間継手35は、2枚の継手プレート35d, 35dを備えている。継手プレート35d, 35dを橋軸直交方向に隣り合う鋼床版30A, 30Bの接合部を跨ぐように配置するとともに、継手プレート35d, 35dによって、鋼床版30A, 30Bのデッキプレート31, 31をそれぞれ挟み付け、高力ボルト46によって締結することで、鋼床版30A, 30Bどうしを接合する。また、鋼床版30A, 30Bの舗装部34, 34間を舗装部34aによって埋める。

最後に、今回取り替えた鋼床版30Bと、当該鋼床版30Bに橋幅方向および橋軸方向において隣り合う鉄筋コンクリート床版14との間に仮止め板55を架け渡し、この仮止め板55の上面側に、図示しない仮舗装部を鋼床版30A, 30Bの上面に予め設けられている舗装部34および鉄筋コンクリート床版14上の舗装部15とほぼ面一に施工する。

[0092] このようにして、鋼床版30A, 30Bの取り替えが終了した後、一時交通規制を解除して、工事帯を通行可能とする。

次の鋼床版30A, 30Bの取り替えを行う場合、基本的に上述した工程を順次繰り返すことによって行う。さらに、同様にして必要な数の鋼床版30A, 30Bを次々に取り替えることによって、橋軸方向に所望な距離だけ鉄筋コンクリート床版14に替えて新たな鋼床版30A, 30Bを新設する。

[0093] 本実施の形態によれば、第1の実施の形態と同様の効果を得ることができる他、橋幅方向に隣り合う主桁の間隔が2m～2.5m程度で狭い場合に、

効率的に鉄筋コンクリート床版 14 に替えて新たな鋼床版 30A, 30B を新設することができるという利点がある。

[0094] なお、本実施の形態では、鋼床版 30A を設置した後、鋼床版 30B を設置したが、これとは逆に、鋼床版 30B を設置した後、鋼床版 30A を設置してもよい。

[0095] (第3の実施の形態)

次に第3の実施の形態について説明する。

第3の実施の形態では、図33および図34に示すように、橋梁 10B は、第1の実施の形態の橋梁 10 の横リブ取付部材 16 に代えて第1横リブ取付部材（横リブ取付部材）70および第2横リブ取付部材（横リブ取付部材）71を備え、せん断力伝達部材 50 に代えてせん断力伝達部材 72を備えている。

なお、橋梁 10B が3つ以上の横リブ取付部材を備えるように構成してもよい。

[0096] なお、第1横リブ取付部材 70および第2横リブ取付部材 71は、主桁 11の主桁ウェブ 11aの左側に固定されている。

本実施の形態では、主桁 11の主桁ウェブ 11aに補強リブ（水平リブ）11eが複数固定されている。複数の補強リブ 11eは、主桁ウェブ 11aの左側のウェブ面に、互いに上下方向に離間するように配置されている。複数の補強リブ 11eは、それぞれ橋軸方向に延びている。

橋梁 10Bにおいて、取り替えられた橋幅方向に隣り合う複数の鋼床版 30のうち、右側に位置する鋼床版 30を鋼床版 30Cともいい、左側に位置する鋼床版 30を鋼床版 30Dともいう。鋼床版 30Cのデッキプレート 31の左側の端部には、デッキプレート 31から下方に向かって延びる延長部材 31cが固定されている。延長部材 31cは、鋼床版 30Cが被せられる残置鉄筋コンクリート 21の左側に配置されている。

[0097] 図33および図35に示すように、第1横リブ取付部材 70は、横リブ取付部材 16と同様に構成され、固定プレート 70aと、連結プレート 70b

と、を備えている。固定プレート70aは、矩形の板状に形成されている。固定プレート70aは、固定プレート70aの厚さ方向が橋幅方向になるように配置されている。固定プレート70aは、主桁11の主桁ウェブ11aに高力ボルト（不図示）等によってボルト結合されている。固定プレート70aの上下方向の長さは、横リブ取付部材16の固定プレート16aの上下方向の長さの半分程度である。

[0098] 連結プレート70bは、おおむね矩形の板状に形成されている。連結プレート70bは、固定プレート70aの幅方向の中央部から、固定プレート70aの板面に直交する方向に突設している。連結プレート70bは、連結プレート70bの厚さ方向が橋軸方向になるように配置されている。連結プレート70bの左側の端は、鋼床版30Cの延長部材31cの左側の端まで延びている。連結プレート70bの上下方向の長さは、固定プレート70aの上下方向の長さと同程度である。

連結プレート70bの下方の縁部には、切欠き70cが形成されている。切欠き70cは、連結プレート70bの固定プレート70a側の端から連結プレート70bの橋幅方向の中間部まで形成されている。

この例では、連結プレート70bには、補強リブ70dが固定されている。補強リブ70dは、連結プレート70bの上下方向の中間部に配置され、橋幅方向に延びている。なお、第1横リブ取付部材70は補強リブ70dを備えていなくてもよい。

本実施の形態では、第1横リブ取付部材70は、主桁ウェブ11aにおける複数の補強リブ11eの間に配置されている。言い換えれば、第1横リブ取付部材70は、複数の補強リブ11eのうち最も上方に配置された補強リブ11eよりも下方に配置されている。

[0099] 第2横リブ取付部材71は、第1横リブ取付部材70と同様に構成されている。第2横リブ取付部材71は、第1横リブ取付部材70の固定プレート70a、連結プレート70b、補強リブ70dと同様に構成された固定プレート71a、連結プレート71b、補強リブ71dを備えている。この例で

は、連結プレート 71b に切欠きは形成されていない。

第2横リブ取付部材 71 は、第1横リブ取付部材 70 よりも下方に配置されている。この例では、第2横リブ取付部材 71 の全体が第1横リブ取付部材 70 よりも下方に配置されている。第1横リブ取付部材 70 および第2横リブ取付部材 71 は、上下方向に並べて配置されている。

[0100] 第1の実施の形態の横リブ取付部材 16 を上下方向に分割して横リブ取付部材 70, 71 を構成しているため、横リブ取付部材 16 の曲げ耐力に比べて横リブ取付部材 70, 71 全体としての曲げ耐力は減少する。しかし、横リブ取付部材 70, 71 は縦リブ 32 等に比べて橋軸方向の長さが短いため、縦リブ 32 等を上下方向に分割する場合に比べて、横リブ取付部材 16 を上下方向に分割して構成した横リブ取付部材 70, 71 全体としての曲げ耐力の減少量は小さい。また、横リブ取付部材 16 のせん断耐力に比べて、横リブ取付部材 70, 71 全体としてのせん断耐力の減少量はほとんどない。

[0101] 本実施の形態では、主桁上フランジ 11b と第1横リブ取付部材 70 との間の主桁ウェブ 11a の上下方向の長さ L1 は、224 mm 以上である。

この長さ L1 は、主桁ウェブ 11a の厚さの 38 倍以下であることが好ましい。

これは、主桁 11 の補強リブ 11e の位置よりも下方にリブ取付部材 70, 71 を取り付ければ、主桁上フランジ 11b と主桁ウェブ 11a との間の溶接部に発生する応力が、疲労の生じないレベルまで十分に低減されるためである。なお、主桁 11 に補強リブ 11e を取り付け位置は、道路橋示方書（公益社団法人日本道路協会編集）によって定められている。主桁 11 に補強リブ 11e が上下方向に1段取り付けられている場合、長さ L1 は主桁ウェブ 11a の高さの 0.2 倍、2段取り付けられている場合、0.14 倍以上となる。補強リブ 11e が2段取り付けられている場合は、主桁ウェブ 11a の高さが 1600 mm 程度であることからとすると、 (1600×0.14) の式から、長さ L1 は 224 mm となる。また、補強リブ 11e が水平1段の場合は、主桁ウェブ 11a の高さが 1500 mm 程度であると考

えられるため、 (1500×0.2) の式から、長さ $L1$ は 300 mm となる。

[0102] また、近年、主桁の補強リブを廃止した、厚肉断面のウェブなども製作されるようになっている。そのため、 1600 mm の桁高で 9 mm の板厚とした場合のリブ取付部材の長さ $L1$ である 224 mm を、最低限の離間距離として設定する。よって、主桁上フランジ $11b$ と主桁ウェブ $11a$ との間の応力を低減するには、長さ $L1$ として 224 mm 以上の間隔を確保すれば適切であると言える。

また、座屈のことを考慮に入れると、道路橋示方書に記載されているように、主桁ウェブ $11a$ に高強度鋼 $SBHS$ を使った場合の座屈耐力の低減が無いレベルの最大限の無補剛区間幅として、板厚の 38 倍を設定することが設計的にも適切な上限値である。

[0103] 図33および図34に示すように、主桁 11 の主桁ウェブ $11a$ の右側には、第1横リブ取付部材 70 、第2横リブ取付部材 71 と同様に構成された第1横リブ取付部材 $70A$ 、第2横リブ取付部材 $71A$ がボルト結合されている。第1横リブ取付部材 $70A$ 、第2横リブ取付部材 $71A$ は、第1横リブ取付部材 70 、第2横リブ取付部材 71 とは橋幅方向の長さのみが異なる。

[0104] 図33および図35に示すように、鋼床版 $30C$ の延長部材 $31c$ 、鋼床版 $30D$ の横リブ $33B$ および第1横リブ取付部材 70 の連結プレート $70b$ は、第1スプライスプレート 75 により互いに接合されている。第1スプライスプレート 75 は、第1スプライスプレート 75 の厚さ方向が橋軸方向となる板状に形成されている。第1スプライスプレート 75 を橋軸方向に見たときに、第1スプライスプレート 75 は上下方向に長い矩形状を呈している。第1スプライスプレート 75 の上端は、鋼床版 $30C$ 、 $30D$ のデッキプレート 31 のすぐ下方に配置されている。第1スプライスプレート 75 の下端は、上下方向において連結プレート $70b$ の中間部まで延びている。延長部材 $31c$ 、横リブ $33B$ および連結プレート $70b$ は、第1スプライス

プレート 75 を使用して高力ボルト 76 によって接合されている。

[0105] 鋼床版 30D の横リブ 33B、第 1 横リブ取付部材 70 の連結プレート 70b および第 2 横リブ取付部材 71 の連結プレート 71b は、第 2 スプラインプレート 77 により互いに接合されている。第 2 スプラインプレート 77 は、第 1 スプラインプレート 75 よりも下方に配置されている。第 2 スプラインプレート 77 の上端は、上下方向において連結プレート 70b の中間部まで延びている。第 2 スプラインプレート 77 と第 1 スプラインプレート 75 との間には、隙間 T1 が形成されている。第 2 スプラインプレート 77 の下端は、上下方向において連結プレート 71b の下端まで延びている。横リブ 33B、連結プレート 70b および連結プレート 71b は、第 2 スプラインプレート 77 を使用して高力ボルト 78 によって接合されている。

[0106] すなわち、連結プレート 70b は、第 1 スプラインプレート 75 および第 2 スプラインプレート 77 をそれぞれ介して横リブ 33B に接合されている。隙間 T1 は、上下方向において連結プレート 70b の中間部に配置されている。

一方で、第 1 横リブ取付部材 70A および第 2 横リブ取付部材 71A と、鋼床版 30C の横リブ 33A とは、スプラインプレート 77A によりそれぞれ接合されている。

[0107] 図 36 に示すように、一对のせん断力伝達部材 72 は主桁ウェブ 11a を橋幅方向に挟むように配置されている。図 34 および図 36 に示すように、各せん断力伝達部材 72 は、第 1 片 80 と、第 2 片 81 と、連結片 82 と、を備えている。第 1 片 80 および第 2 片 81 は、橋幅方向が厚さ方向となる板状に形成されている。

第 1 片 80 は、主桁ウェブ 11a に高力ボルト（第 1 固定部材）84 により固定されている。図示はしないが、第 1 片 80 は、橋軸方向に互いに間隔を空けて配置された複数の高力ボルト 84 により主桁ウェブ 11a に固定されている。

第 2 片 81 は、鋼床版 30C の下延出縦リブ 32A に高力ボルト（第 2 固

定部材) 85により固定されている。第2片81は、残置鉄筋コンクリート21を橋幅方向に挟む一对の下延出縦リブ32Aの外側に配置されている。高力ボルト85は、高力ボルト84と上下方向において同等の位置に配置されている。

第2片81は、橋軸方向に互いに間隔を空けて配置された複数の高力ボルト85により下延出縦リブ32Aに固定されている。

[0108] 連結片82を橋軸方向に見たときに、連結片82は、下方に向かって凸となる湾曲した形状に形成されている。連結片82の第1端は、第1片80に連なっている。連結片82の第1端とは反対の端である第2端は、第2片81に連なっている。連結片82は、下延出縦リブ32Aの下端を橋幅方向に跨いでいる。

第1片80、第2片81、および連結片82は、例えば鋼板を曲げ加工することにより一体に形成される。

このようにせん断力伝達部材72を主桁11および鋼床版30Cの下延出縦リブ32Aに固定することで、主桁11に対して鋼床版30Cが橋幅方向に位置ずれしたときに、前記ライナープレート60、61等を用いて対応しやすくなる。

[0109] 以上のように構成された橋梁10Bを構成するための、本実施の形態の橋梁の床版取替え方法は以下になる。

なお、本実施の形態では、基本的に上述した第1の実施の形態で説明した工程を順次繰り返すことによって行う。したがって、各工程の詳細な説明は省略するとともに、第1の実施の形態と同一構成部材には同一符号を付して、その説明を省略ないし簡略化する。

鉄筋コンクリート床版除去工程において、主桁11の主桁ウェブ11aに第1横リブ取付部材70および第2横リブ取付部材71をそれぞれボルト結合する。このとき、第1横リブ取付部材70よりも下方に第2横リブ取付部材71を配置する。主桁上フランジ11bと第1横リブ取付部材70との間の主桁ウェブ11aの上下方向の長さL1が、主桁ウェブ11aの224m

m以上になるように、横リブ取付部材 7 0, 7 1 を主桁ウェブ 1 1 a にボルト結合する。

上述した工程を行うことにより、橋梁 1 0 B において鋼床版 3 0 C, 3 0 D が取り替えられているとする。

[0110] 鋼床版配設工程の後の横リブ剛結合工程において、第 1 横リブ取付部材 7 0 および第 2 横リブ取付部材 7 1 に鋼床版 3 0 D の横リブ 3 3 B をそれぞれボルト結合する。より詳しくは、鋼床版 3 0 C の延長部材 3 1 c、鋼床版 3 0 D の横リブ 3 3 B および第 1 横リブ取付部材 7 0 の連結プレート 7 0 b を第 1 スプライスプレート 7 5 により互いに接合する。

鋼床版 3 0 D の横リブ 3 3 B、第 1 横リブ取付部材 7 0 の連結プレート 7 0 b および第 2 横リブ取付部材 7 1 の連結プレート 7 1 b を、第 2 スプライスプレート 7 7 により互いに接合する。

[0111] 鋼床版結合工程において、主桁 1 1 の主桁ウェブ 1 1 a に、せん断力伝達部材 7 2 の第 1 片 8 0 を高力ボルト 8 4 により固定する。鋼床版 3 0 C の下延出縦リブ 3 2 A に、せん断力伝達部材 7 2 の第 2 片 8 1 を高力ボルト 8 5 により固定する。

以上の工程を行うことで、橋梁 1 0 B の床版取替え方法の全工程が終了する。

[0112] ここで、橋梁 1 0 B に作用する応力を解析した結果について説明する。

図 3 7 に、橋梁 1 0 B の解析モデルを示す。解析モデルの橋梁 1 0 B では、連結プレート 7 1 b の上方の縁部には、切欠き 7 1 c が形成されている。ただし、この切欠き 7 1 c は、橋梁 1 0 B に作用する応力に大きな影響を与えないことが分かっている。

橋梁 1 0 B では、主桁上フランジ 1 1 b と第 1 横リブ取付部材 7 0 との間的主桁ウェブ 1 1 a の上下方向の長さ L_1 が比較的長く、長さ L_1 は主桁ウェブ 1 1 a の高さの 0.2 倍の 300 mm である。この 0.2 倍は、道路橋示方書で規定された補強リブが 1 段の場合の取り付け位置に対応して決められている。

道路橋示方書を参考にして、鋼床版 30C、30D、主桁 11 等の鋼で形成された部材の弾性係数（ヤング率） E を 200 kN/mm^2 とし、ポアソン比 μ を 0.3 とした。不定形材料 47 がモルタルであるとし、弾性係数 E を 26.5 kN/mm^2 とし、ポアソン比 μ を 0.167 とした。

- [0113] 橋梁 10B に下方に向かって所定の輪荷重を作用させた。このとき、主桁ウェブ 11a における主桁上フランジ 11b に接合された位置 P1 における応力範囲は、 20.6 N/mm^2 となった。なお、位置 P1 は溶接される部分であるため、応力範囲を小さくして主桁 11 の耐疲労特性を向上させることが重要になる。なお、主桁ウェブ 11a における第 1 横リブ取付部材 70 の上端の位置 P2 は、メタルタッチにより接合される部分である。このため、位置 P2 における応力範囲は、耐疲労特性としては重要ではない。

また、横リブ 33B の外縁うち、第 1 スプライスプレート 75 と第 2 スプライスプレート 77 との間の位置 P3 における応力範囲は、 35.0 N/mm^2 となった。

- [0114] 橋梁 10B に対して、主桁上フランジ 11b と第 1 横リブ取付部材 70 との間の主桁ウェブ 11a の上下方向の長さ $L2$ を比較的短くした橋梁 10C の解析モデルを図 38 に示す。長さ $L2$ は、 $0\text{ mm} \sim 100\text{ mm}$ 程度と、主桁ウェブ 11a の厚さのせいぜい 10 倍である。橋梁 10C では、さらに第 1 スプライスプレート 75 が第 1 横リブ取付部材 70 に接合されない。

橋梁 10C に、橋梁 10B に作用させたのと同じ輪荷重を作用させた。このとき、主桁ウェブ 11a における主桁上フランジ 11b に接合された位置 P1 における応力範囲は、 92.5 N/mm^2 となった。すなわち、橋梁 10B では、橋梁 10C に対して長さ $L1$ を長くすることにより、位置 P1 における応力範囲が 92.5 N/mm^2 から 20.6 N/mm^2 に小さくなることが分かった。

横リブ 33B の外縁うち、第 1 スプライスプレート 75 と第 2 スプライスプレート 77 との間の位置 P3 における応力範囲は、 142.6 N/mm^2 と

なった。すなわち、橋梁 10B では、橋梁 10C に対して第 2 スプライスプレート 77 を第 1 横リブ取付部材 70 にも接合させることにより、位置 P3 における応力範囲が 142.6 N/mm^2 から 35.0 N/mm^2 に小さくなることが分かった。

[0115] 本実施の形態によれば、第 1 の実施の形態と同様の効果を得ることができる。

さらに、主桁上フランジ 11b と第 1 横リブ取付部材 70 との間の主桁ウェブ 11a の長さ L1 を 224 mm 以上にする事で、主桁ウェブ 11a における主桁上フランジ 11b に接合された位置 P1 に対応する部分の応力範囲を小さくし、主桁 11 の耐疲労特性を向上させることができる。

横リブ取付部材として、第 1 横リブ取付部材 70 および第 2 横リブ取付部材 71 を備えている。従って、横リブ取付部材 70, 71 全体で所定の曲げ耐力およびせん断耐力となるように構成できるため、第 1 横リブ取付部材 70 および第 2 横リブ取付部材 71 の 1 つ当たりの質量を軽くすることができる。これにより、第 1 横リブ取付部材 70 および第 2 横リブ取付部材 71 のそれぞれを作業者が人力で容易に運ぶことができる。

主桁 11 の補強リブ 11e 間という狭い場所に、横リブ取付部材 16 よりも小型化した第 1 横リブ取付部材 70 を配置することができる。

[0116] 第 1 スプライスプレート 75 が鋼床版 30D の横リブ 33B および第 1 横リブ取付部材 70 を接合するとともに、第 2 スプライスプレート 77 が鋼床版 30D の横リブ 33B、第 1 横リブ取付部材 70 および第 2 横リブ取付部材 71 を接合している。第 2 スプライスプレート 77 により第 2 横リブ取付部材 71 だけでなく第 1 横リブ取付部材 70 を接合するため、横リブ 33B における第 1 スプライスプレート 75 と第 2 スプライスプレート 77 との間に位置する部分に応力が集中するのを避けることができる。

せん断力伝達部材 72 では、第 1 片 80 が高力ボルト 84 により主桁ウェブ 11a に固定される位置と、第 2 片 81 が高力ボルト 85 により鋼床版 30C の下延出縦リブ 32A に固定される位置と、が上下方向において同等で

あるため、せん断力伝達部材 7 2 に水平面に沿う軸線周りのモーメントが生じるのが抑制される。このため、せん断力伝達部材 7 2 がモーメントに耐える必要が少なくなり、せん断力伝達部材 7 2 を軽量化し、また設置のために必要とされるボルト本数の削減をすることができる。

[0117] なお、本実施の形態では、第 1 スプライスプレート 7 5 が鋼床版 3 0 C の延長部材 3 1 c、鋼床版 3 0 D の横リブ 3 3 B、第 1 横リブ取付部材 7 0 の連結プレート 7 0 b および第 2 横リブ取付部材 7 1 の連結プレート 7 1 b を接合し、第 2 スプライスプレート 7 7 が鋼床版 3 0 D の横リブ 3 3 B および第 2 横リブ取付部材 7 1 の連結プレート 7 1 b を接合するように構成してもよい。

このように構成しても本実施の形態の橋梁 1 0 B および床版取替え方法と同様の効果を奏することができる。

また、図 3 9 に示す橋梁 1 0 D のように、本実施の形態の橋梁 1 0 B における第 1 スプライスプレート 7 5 および第 2 スプライスプレート 7 7 が、スプライスプレート 8 8 として一体に構成されてもよい。

産業上の利用可能性

[0118] 本発明によれば、鋼床版の横リブを容易かつ強固に主桁のウェブに結合できるとともに、橋梁としての剛性を確保でき、さらに、主桁と鋼床版との間で橋軸方向にせん断力を確実に伝達することができる橋梁の構造および床版取替え方法を提供できる。

符号の説明

[0119] 1 0, 1 0 B, 1 0 C, 1 0 D 橋梁（橋梁の構造）

1 1 主桁

1 1 a 主桁ウェブ

1 1 b 主桁上フランジ

1 4 鉄筋コンクリート床版

1 5 舗装部

1 6 横リブ取付部材

- 1 8 高力ボルト
- 2 0, 2 0 A, 2 0 B 除去部
- 2 1 残置鉄筋コンクリート
- 2 2 被りコンクリート
- 3 0, 3 0 A, 3 0 B 鋼床版
- 3 1 デッキプレート
- 3 2 縦リブ
- 3 2 A 下延出縦リブ（リブ）
- 3 3（3 3 A, 3 3 B）横リブ
- 3 3 a 一端面
- 3 3 d 両端面
- 3 3 e 端部
- 3 4 舗装部
- 4 2, 4 2 A, 7 7 A, 8 8 スプライスプレート
- 4 2 c ボルト孔
- 4 5 高力ボルト
- 4 7 不定形材料
- 5 0, 7 2 セン断力伝達部材
- 5 5 仮止め板
- 5 6 仮舗装部
- 7 0 第1横リブ取付部材（横リブ取付部材）
- 7 1 第2横リブ取付部材（横リブ取付部材）
- 7 5 第1スプライスプレート
- 7 7 第2スプライスプレート
- 8 0 第1片
- 8 1 第2片
- 8 2 連結片
- 8 4 高力ボルト（第1固定部材）

8 5 高力ボルト（第 2 固定部材）

L 1 長さ

請求の範囲

- [請求項1] 橋梁の主桁に支持されて敷設されていた鉄筋コンクリート床版の一部を鋼床版に取り替えることで構成された橋梁の構造であって、
- 前記鉄筋コンクリート床版のうち、前記主桁の主桁上フランジの上面側に設けられている部分以外を除去して残置されてなる残置鉄筋コンクリートと、
- 前記鉄筋コンクリート床版のうち、前記主桁の主桁上フランジの上面側に設けられている部分以外を除去してなる除去部に、前記残置鉄筋コンクリートに被せるように配設された鋼床版とを備え、
- 前記鋼床版は、デッキプレートの下面側において橋幅方向に配設された横リブを有し、
- 前記横リブの橋幅方向の一端面または両端面の少なくとも一部が直近の前記主桁の主桁ウェブのウェブ面と対向し、
- 前記横リブが当該横リブの橋幅方向の端部において、当該端部に直近の前記主桁ウェブに剛結合され、
- 前記主桁と前記鋼床版とが橋軸方向にせん断力を伝達するせん断力伝達部材によって結合されていることを特徴とする橋梁の構造。
- [請求項2] 前記残置鉄筋コンクリートの上部の被りコンクリートが除去されていることを特徴とする請求項1に記載の橋梁の構造。
- [請求項3] 前記鋼床版に、当該鋼床版の高さを調整可能な高さ調整ボルトが前記残置鉄筋コンクリートに当接可能に螺合されていることを特徴とする請求項1または2に記載の橋梁の構造。
- [請求項4] 前記鋼床版と前記主桁上フランジと前記残置鉄筋コンクリートとの間に、不定形材料が充填されていることを特徴とする請求項1～3のいずれか1項に記載の橋梁の構造。
- [請求項5] 前記除去部に配設されている鋼床版に予め舗装部が施工され、前記鋼床版と、当該鋼床版に隣り合う前記鉄筋コンクリート床版との間に仮止め板が架け渡され、

前記仮止め板の上面側に、仮舗装部が前記舗装部および前記鉄筋コンクリート床版上の舗装部とほぼ面一に施工されていることを特徴とする請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の橋梁の構造。

[請求項6] 前記主桁ウェブに横リブ取付部材がボルト結合され、この横リブ取付部材に前記横リブの端部がボルト結合されていることを特徴とする請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の橋梁の構造。

[請求項7] 前記主桁上フランジと前記横リブ取付部材との間の前記主桁ウェブの上下方向の長さは、224 mm 以上であることを特徴とする請求項 6 に記載の橋梁の構造。

[請求項8] 前記横リブ取付部材と前記横リブの端部とがスプライスプレートによって挟み付けられるとともに高力ボルトによって締結されることによって高力ボルト摩擦接合され、

前記スプライスプレートの前記高力ボルトが挿通されるボルト孔の周囲における接合面に金属溶射による摩擦面処理が施されていることを特徴とする請求項 6 または 7 に記載の橋梁の構造。

[請求項9] 前記横リブ取付部材を複数備える請求項 6 ～ 8 のいずれか 1 項に記載の橋梁の構造。

[請求項10] 前記横リブ取付部材として、
第 1 横リブ取付部材と、
前記第 1 横リブ取付部材よりも下方に配置された第 2 横リブ取付部材とを備え、
前記横リブおよび前記第 1 横リブ取付部材を互いに接合する第 1 スプライスプレートと、
前記横リブ、前記第 1 横リブ取付部材および前記第 2 横リブ取付部材を互いに接合する第 2 スプライスプレートと、
を備える請求項 6 ～ 9 のいずれか 1 項に記載の橋梁の構造。

[請求項11] 前記横リブ取付部材として、
第 1 横リブ取付部材と、

前記第1横リブ取付部材よりも下方に配置された第2横リブ取付部材とを備え、

前記横リブ、前記第1横リブ取付部材および前記第2横リブ取付部材を互いに接合する第1スプライスプレートと、

前記横リブおよび前記第2横リブ取付部材を互いに接合する第2スプライスプレートと、

を備える請求項6～9のいずれか1項に記載の橋梁の構造。

[請求項12]

前記せん断力伝達部材は、

前記主桁ウェブに第1固定部材により固定された第1片と、

前記デッキプレートの下面に接合されたリブに、前記第1固定部材と上下方向において同等の位置に配置された第2固定部材により固定された第2片と、

前記第1片および前記第2片にそれぞれ連なる連結片と、

を備えることを特徴とする請求項1～11のいずれか1項に記載の橋梁の構造。

[請求項13]

前記鋼床版は、平板状に形成されて前記横リブに交差する方向に延び、前記デッキプレートの下方に配置されて前記デッキプレートに接合されている縦リブを備え、

前記縦リブは、前記横リブのウェブの上端部に形成された切欠きに挿通され、

前記横リブの前記切欠きの端部と前記縦リブとにそれぞれ接合されて前記切欠きを封止している接続部を備えることを特徴とする請求項1～12のいずれか1項に記載の橋梁の構造。

[請求項14]

橋梁の主桁に支持されて敷設されている鉄筋コンクリート床版の一部を鋼床版に取り替える橋梁の床版取替え方法であって、

前記鋼床版は、デッキプレートの下面側において橋幅方向に配設された横リブを有し、前記横リブの橋幅方向の一端面または両端面の少なくとも一部が直近の前記主桁の主桁ウェブのウェブ面と対向してお

り、

前記鉄筋コンクリート床版のうち、前記主桁の主桁上フランジの上面側に設けられている部分以外を除去することにより、除去部を設けるとともに前記主桁上フランジの上面側に残置鉄筋コンクリートを残置する鉄筋コンクリート床版除去工程と、

前記除去部に、鋼床版を前記残置鉄筋コンクリートに被せるように配設する鋼床版配設工程と、

前記横リブを当該横リブの端部において、当該端部に直近の前記主桁ウェブに剛結合する横リブ剛結合工程と、

前記主桁と前記鋼床版とを橋軸方向にせん断力を伝達するせん断力伝達部材によって結合する鋼床版結合工程と、
を含むことを特徴とする橋梁の床版取替え方法。

[請求項15] 前記鉄筋コンクリート床版除去工程において、残置鉄筋コンクリートの上部の被りコンクリートを除去することを特徴とする請求項14に記載の橋梁の床版取替え方法。

[請求項16] 前記鋼床版に、当該鋼床版の高さを調整可能な高さ調整ボルトが前記残置鉄筋コンクリートに当接可能に螺合され、
前記鋼床版配設工程の後に、前記高さ調整ボルトを回すことによって、前記鋼床版の高さを調整することを特徴とする請求項14または15に記載の橋梁の床版取替え方法。

[請求項17] 前記鋼床版配設工程の後に、前記鋼床版と前記主桁上フランジと前記残置鉄筋コンクリートとの間に、不定形材料を充填することを特徴とする請求項14～16のいずれか1項に記載の橋梁の床版取替え方法。

[請求項18] 前記除去部に配設されている鋼床版に舗装部が施工されており、
前記鋼床版配設工程の後に、前記鋼床版と、当該鋼床版に隣り合い、かつ当該鋼床版に取り替えられていない鉄筋コンクリート床版との間に仮止め板を架け渡し、

前記仮止め板の上面側に、前記舗装部および前記鉄筋コンクリート床版上の舗装部とほぼ面一に仮舗装部を施工することを特徴とする請求項 14～17 のいずれか 1 項に記載の橋梁の床版取替え方法。

[請求項19] 前記主桁ウェブに横リブ取付部材をボルト結合しておき、前記鋼床版配設工程の後に、前記横リブ取付部材に前記横リブをボルト結合することを特徴とする請求項 14～18 のいずれか 1 項に記載の橋梁の床版取替え方法。

[請求項20] 前記主桁上フランジと前記横リブ取付部材との間の前記主桁ウェブの上下方向の長さは、224 mm 以上であることを特徴とする請求項 19 に記載の橋梁の床版取替え方法。

[請求項21] 前記横リブ取付部材に前記横リブをボルト結合するに際し、
前記横リブ取付部材と前記横リブの端部とをスプライスプレートによって挟み付けるとともに高力ボルトによって締結することによって高力ボルト摩擦接合し、

予め前記スプライスプレートの前記高力ボルトが挿通されるボルト孔の周囲における接合面に金属溶射による摩擦面処理を施すことを特徴とする請求項 19 または 20 に記載の橋梁の床版取替え方法。

[請求項22] 前記主桁ウェブに複数の前記横リブ取付部材をボルト結合しておき、前記鋼床版配設工程の後に、前記複数の横リブ取付部材に前記横リブをそれぞれボルト結合することを特徴とする請求項 19～21 のいずれか 1 項に記載の橋梁の床版取替え方法。

[請求項23] 前記主桁ウェブに前記横リブ取付部材である第 1 横リブ取付部材、および前記第 1 横リブ取付部材よりも下方に配置された第 2 横リブ取付部材をボルト結合し、

前記横リブ剛結合工程において、

第 1 スプライスプレートにより、前記横リブおよび前記第 1 横リブ取付部材を互いに接合し、

第 2 スプライスプレートにより、前記横リブ、前記第 1 横リブ取付

部材および前記第2横リブ取付部材を互いに接合することを特徴とする請求項19～22のいずれか1項に記載の橋梁の床版取替え方法。

[請求項24]

前記主桁ウェブに前記横リブ取付部材である第1横リブ取付部材、および前記第1横リブ取付部材よりも下方に配置された第2横リブ取付部材をボルト結合し、

前記横リブ剛結合工程において、

第1スプライスプレートにより、前記横リブ、前記第1横リブ取付部材および前記第2横リブ取付部材を互いに接合し、

第2スプライスプレートにより、前記横リブおよび前記第2横リブ取付部材を互いに接合することを特徴とする請求項19～22のいずれか1項に記載の橋梁の床版取替え方法。

[請求項25]

前記鋼床版結合工程において、

前記主桁ウェブに、前記せん断力伝達部材の第1片を第1固定部材により固定し、

前記デッキプレートの下面に取付けられたリブに、前記せん断力伝達部材の第2片を、前記第1固定部材と上下方向において同等の位置に配置された第2固定部材により固定し、

前記せん断力伝達部材の連結片は、前記第1片および前記第2片にそれぞれ連なっていることを特徴とする請求項14～24のいずれか1項に記載の橋梁の床版取替え方法。

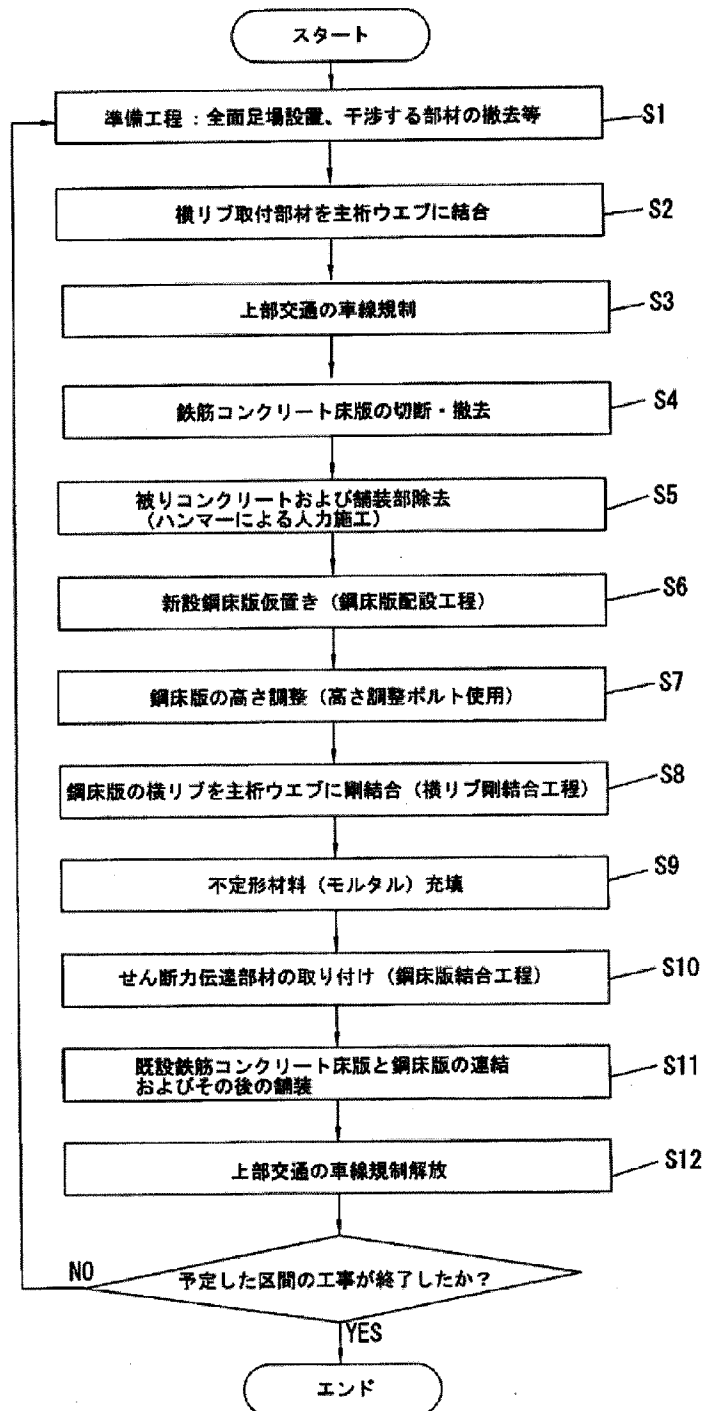
[請求項26]

前記鋼床版は、平板状に形成されて前記横リブに交差する方向に延び、前記デッキプレート下方に配置されて前記デッキプレートに接合されている縦リブを備え、

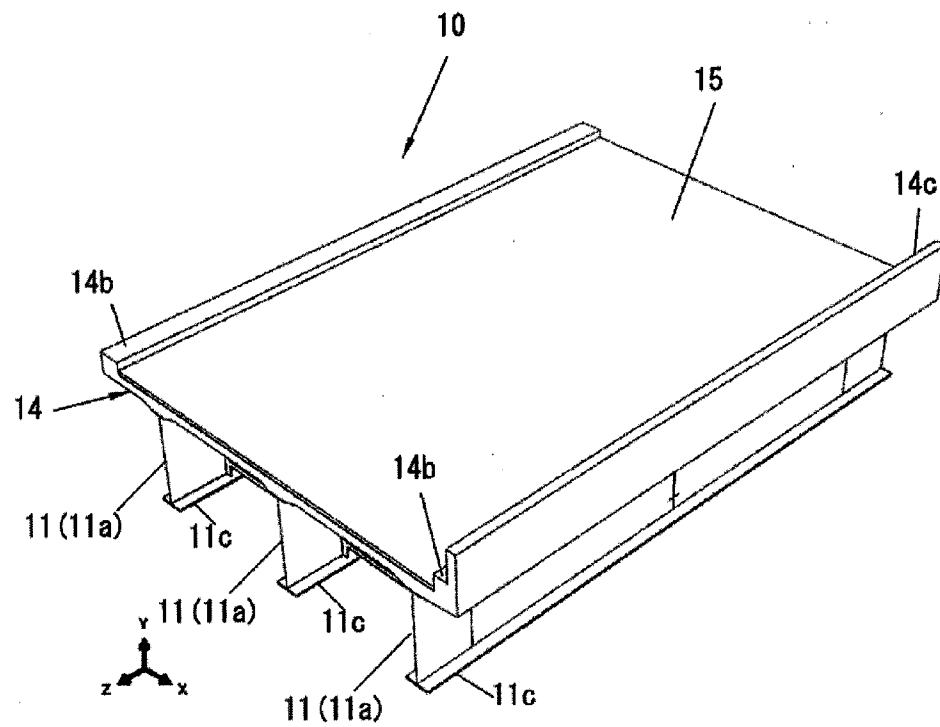
前記縦リブは、前記横リブのウェブの上端部に形成された切欠きに挿通され、

前記横リブの前記切欠きの端部と前記縦リブとにそれぞれ接合されて前記切欠きを封止している接続部を備えることを特徴とする請求項14～25のいずれか1項に記載の橋梁の床版取替え方法。

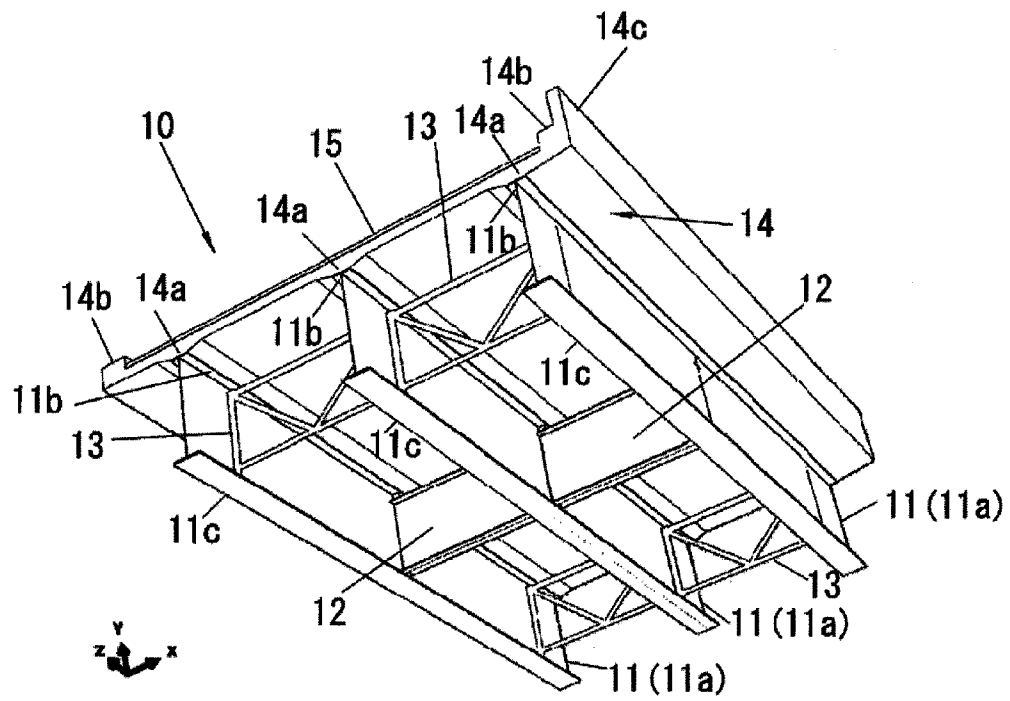
[図1]



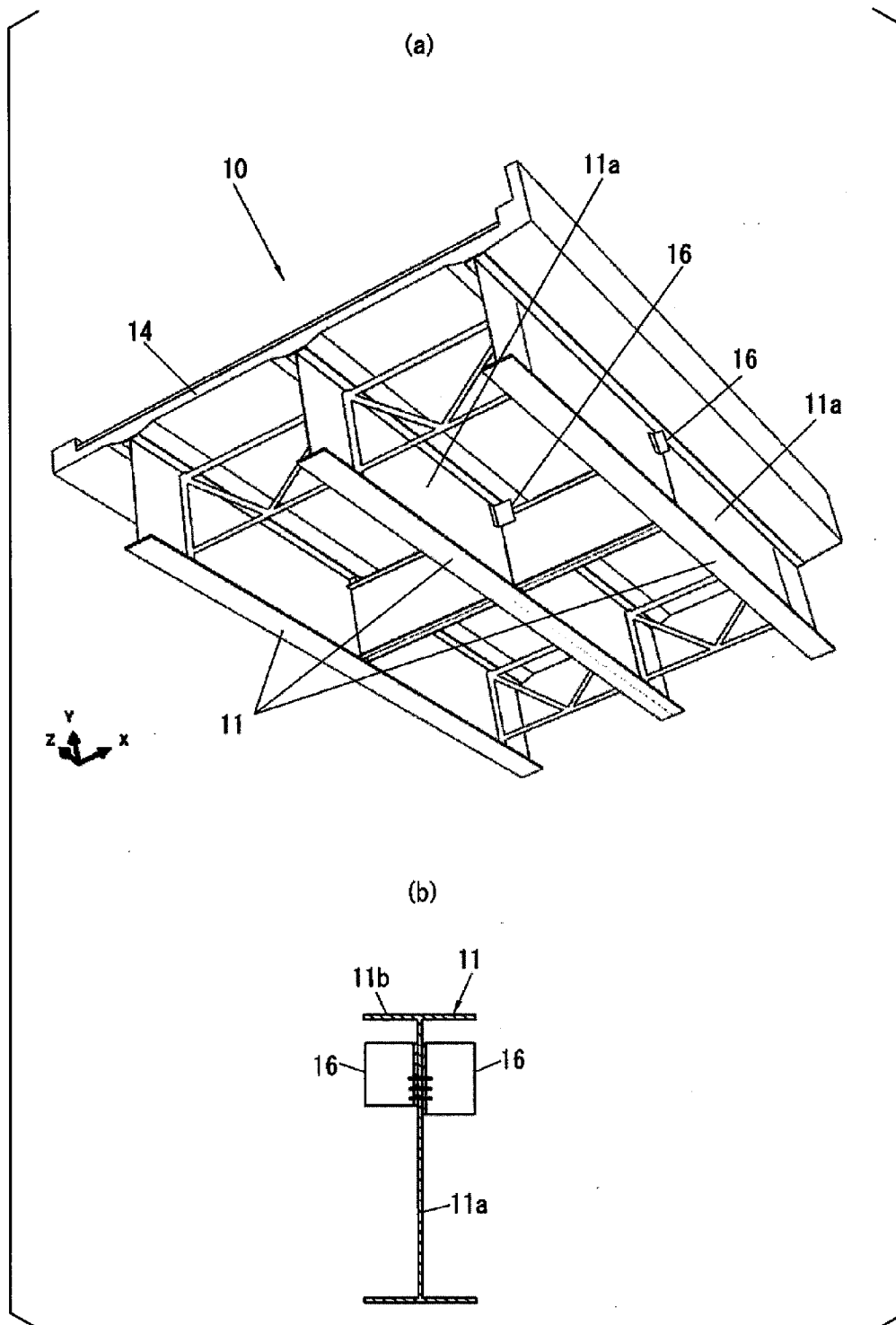
[図2A]



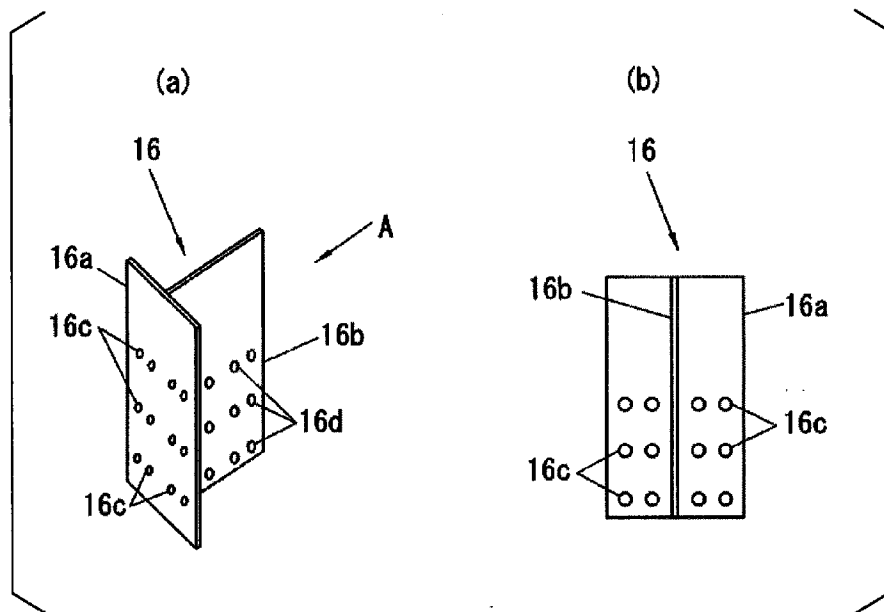
[図2B]



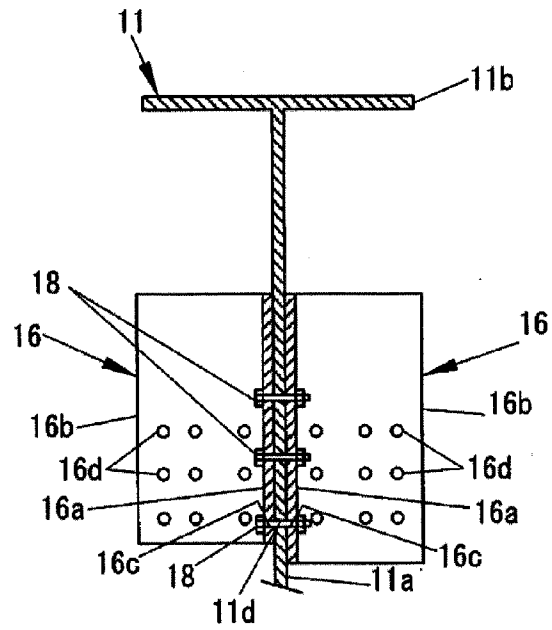
[図3]



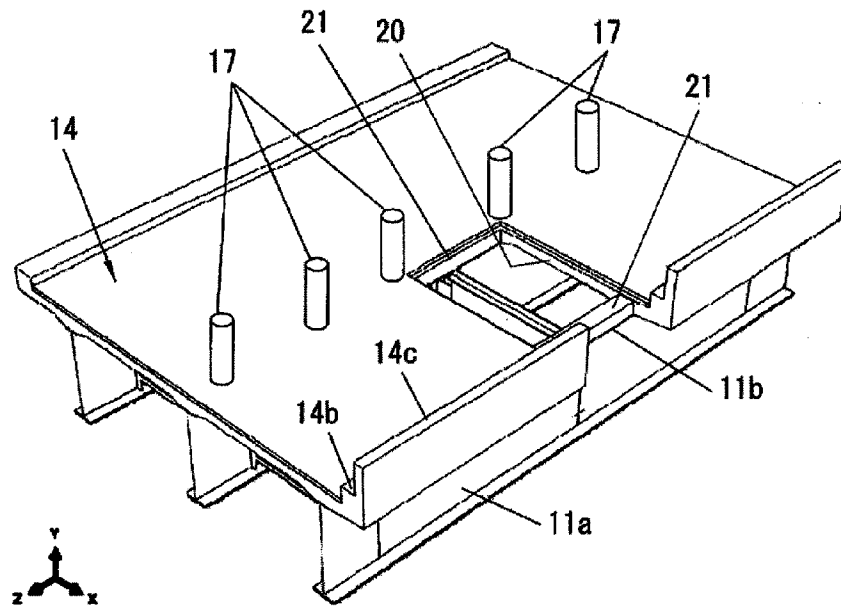
[図4]



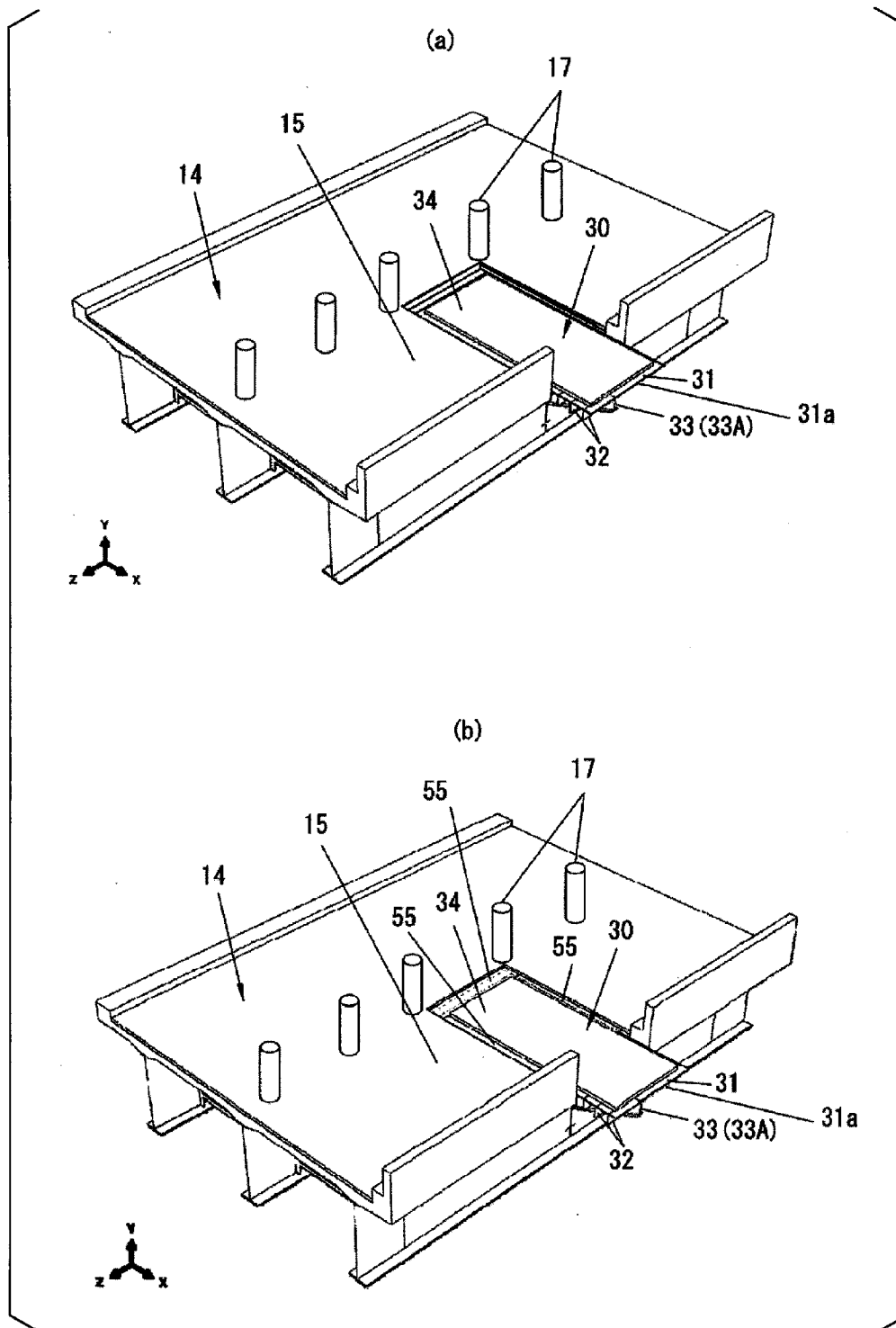
[図5]



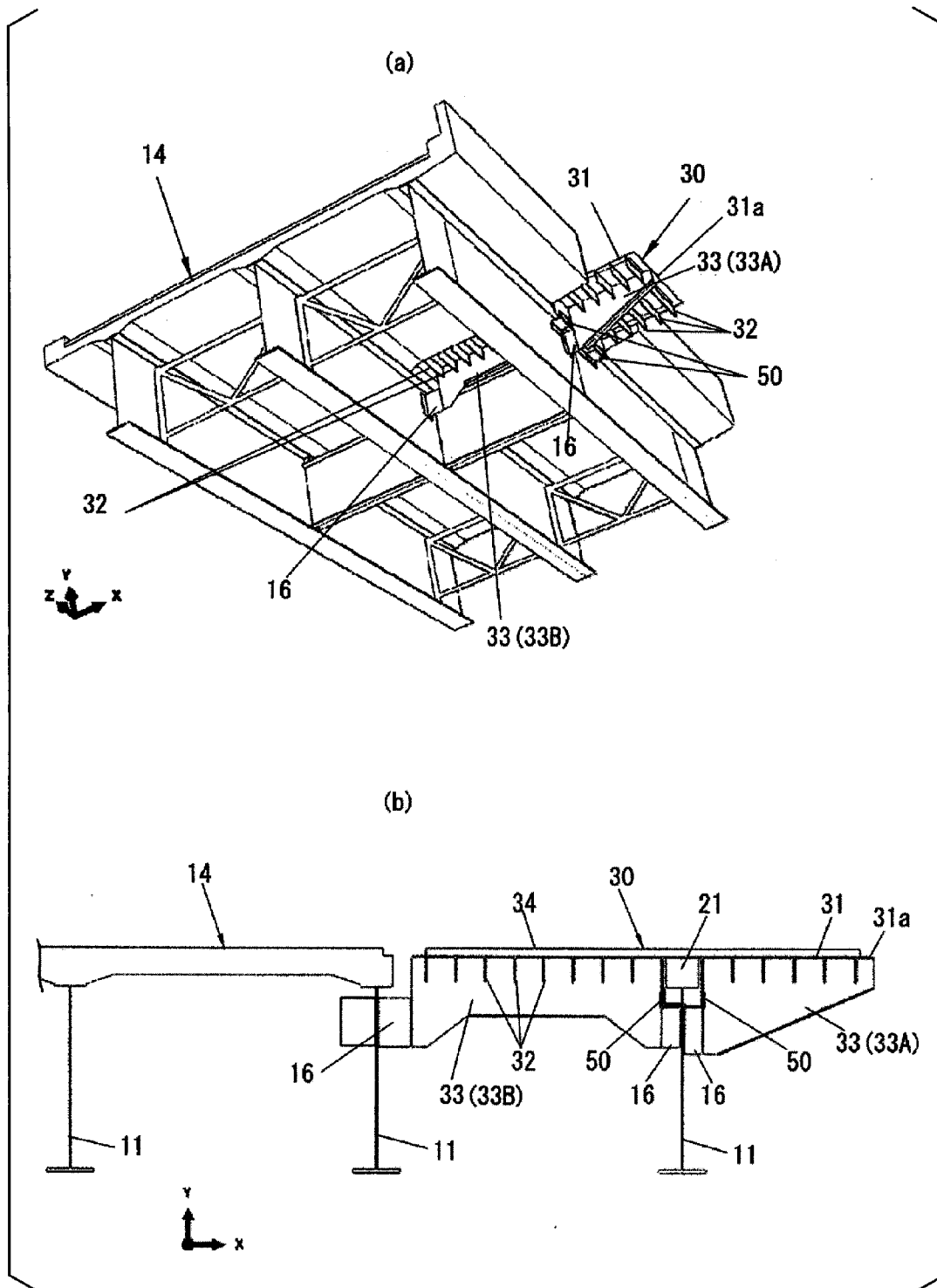
[図6]



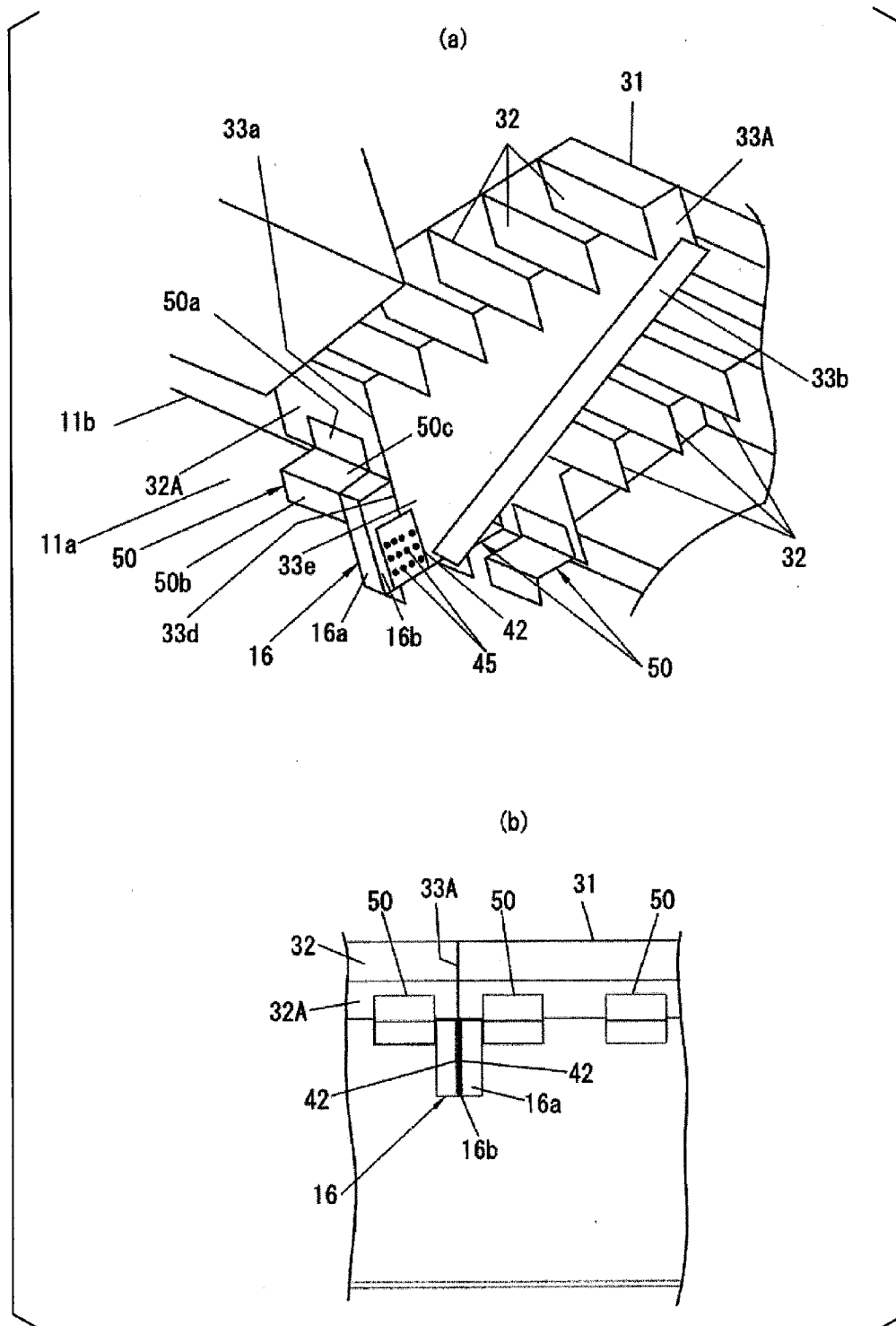
[図9]



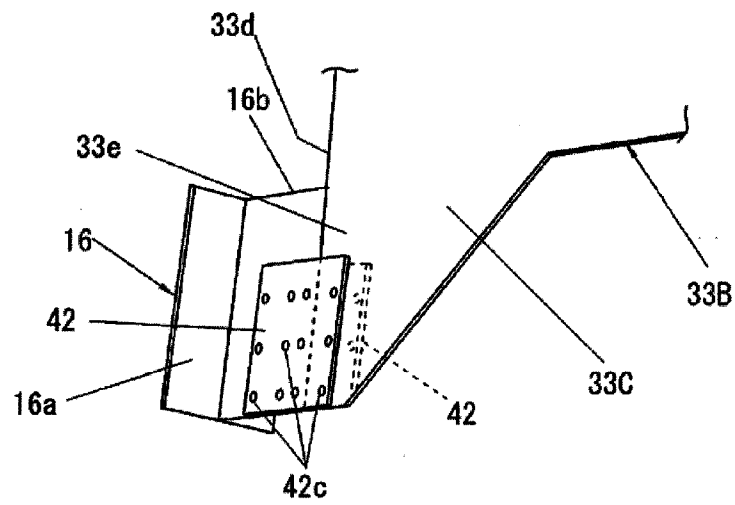
[図10]



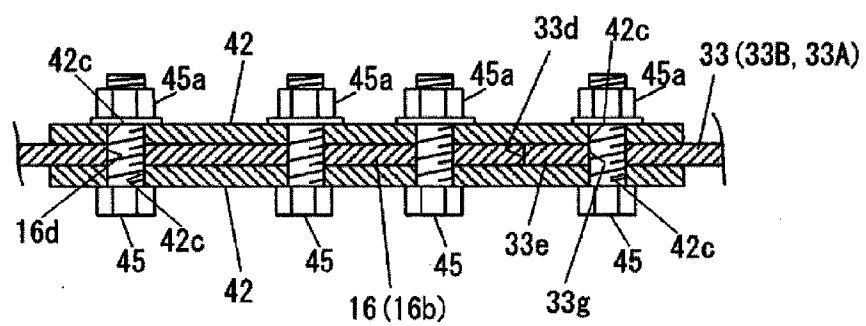
[図12]



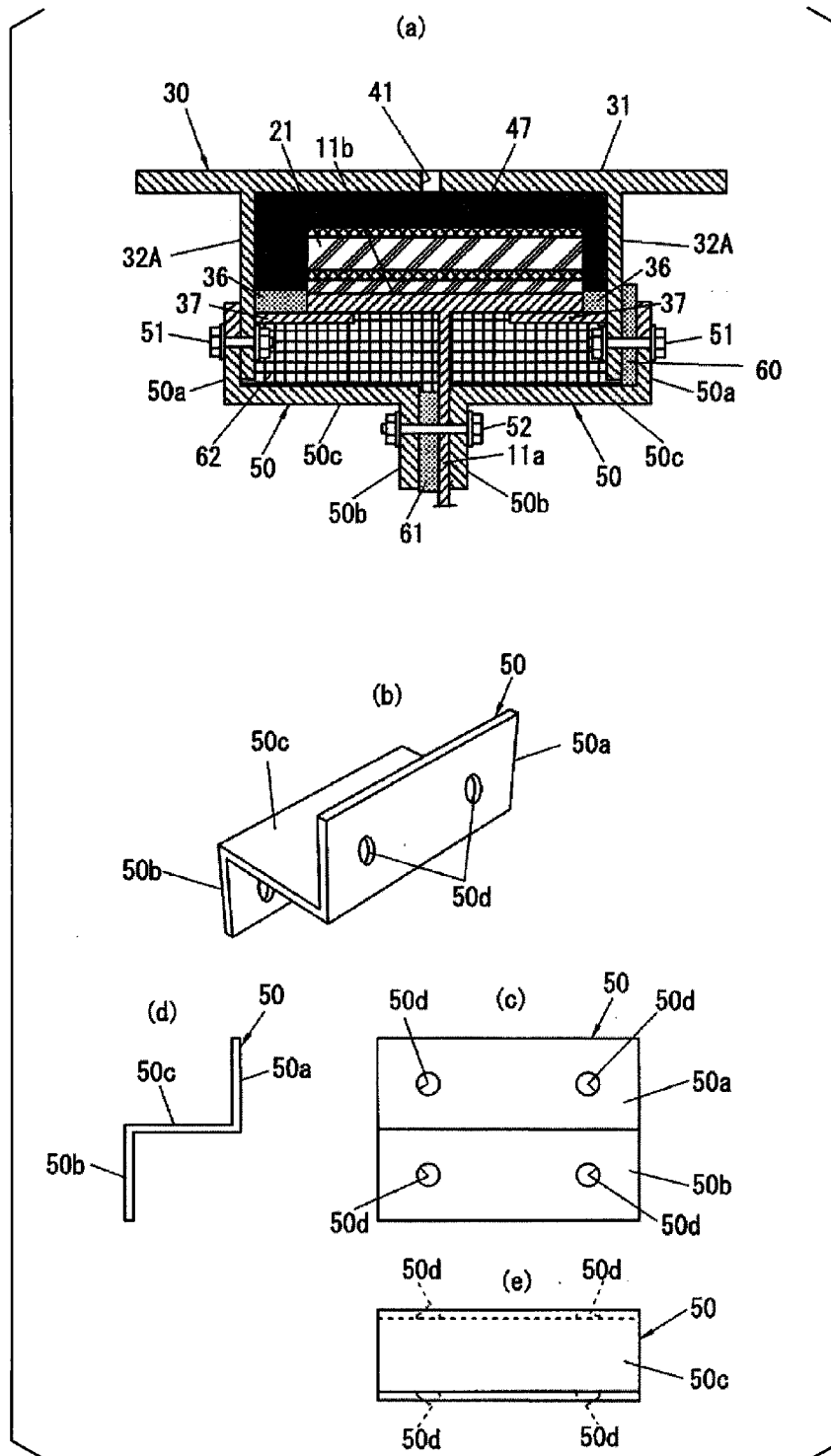
[図13]



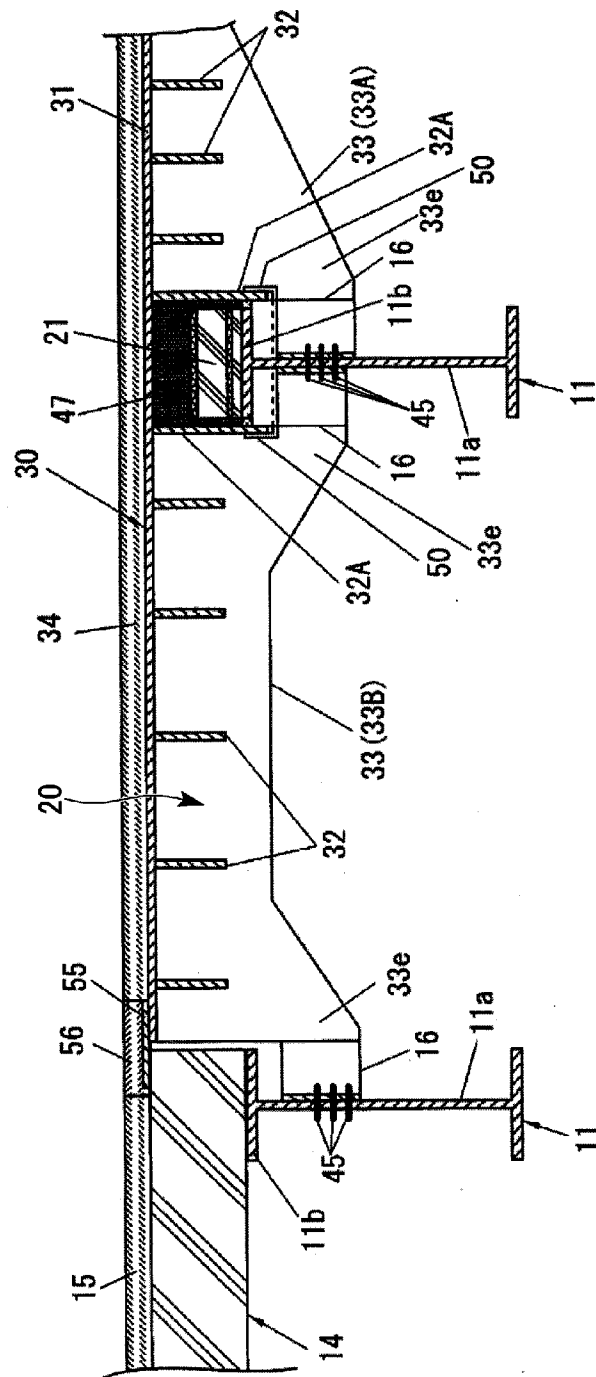
[図14]



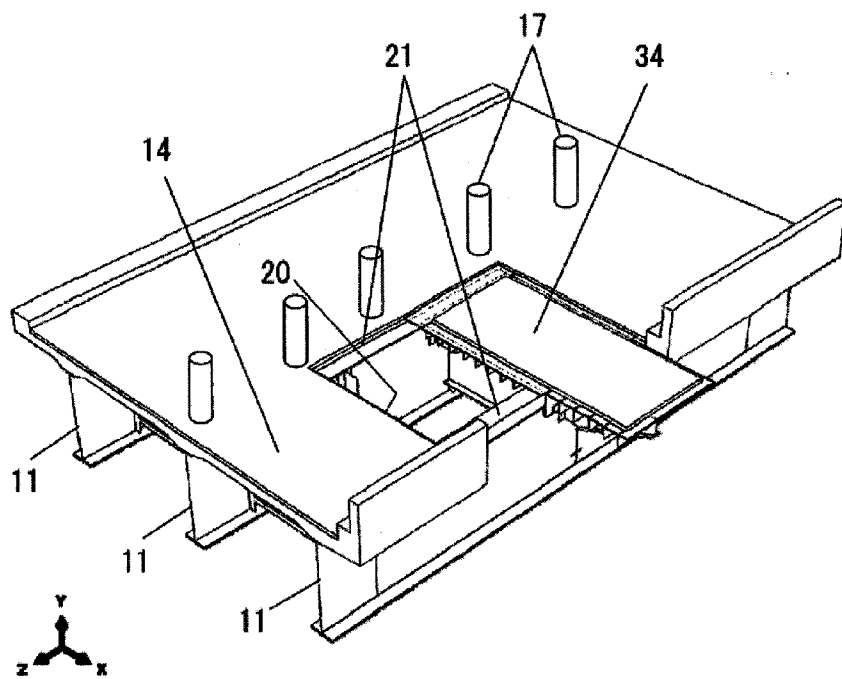
[図15]



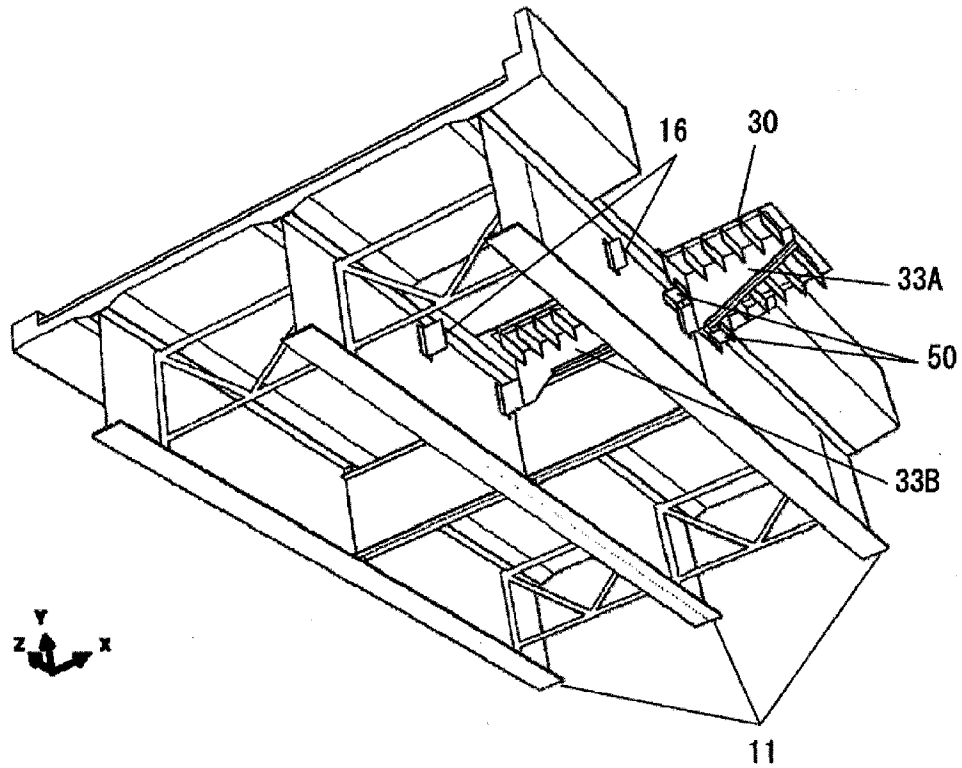
[図17]



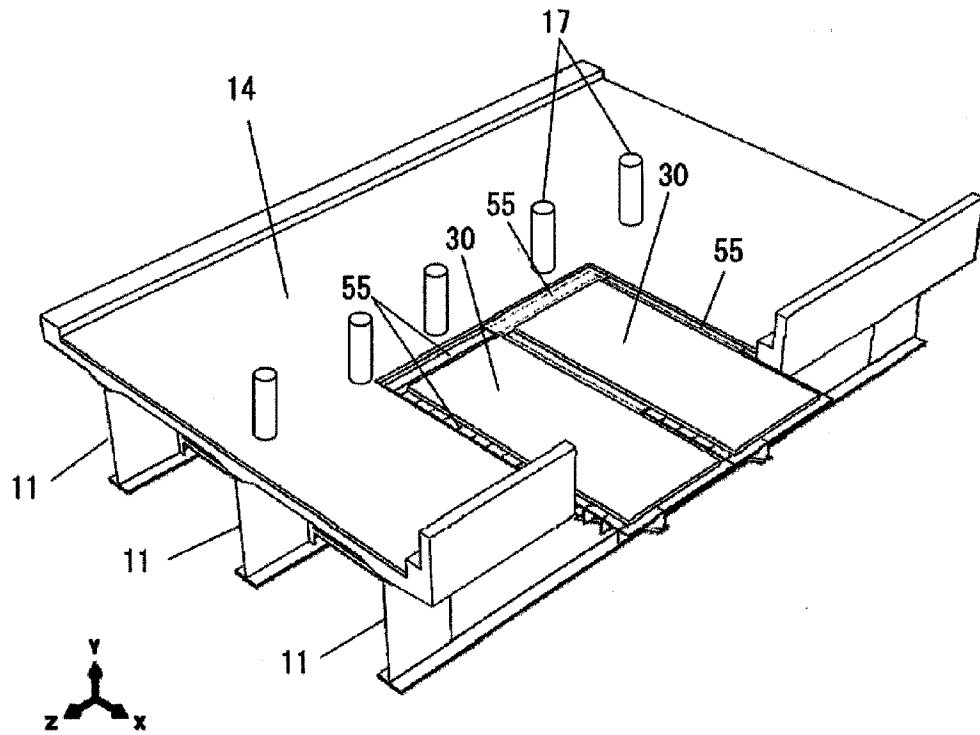
[図18]



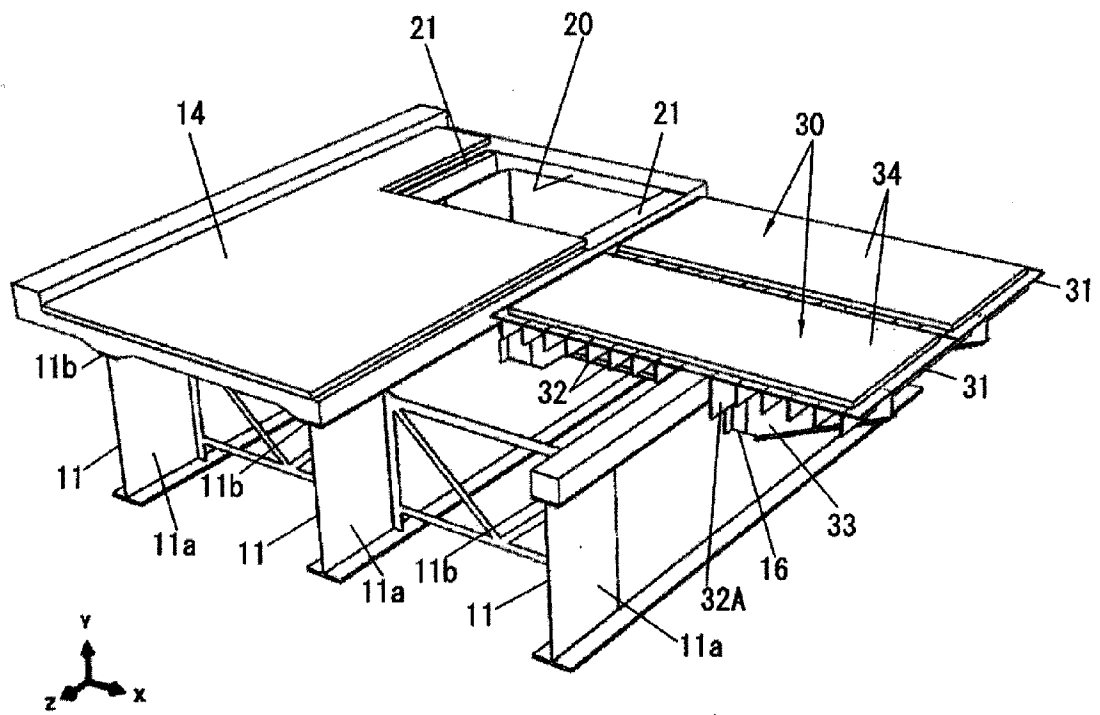
[図19]



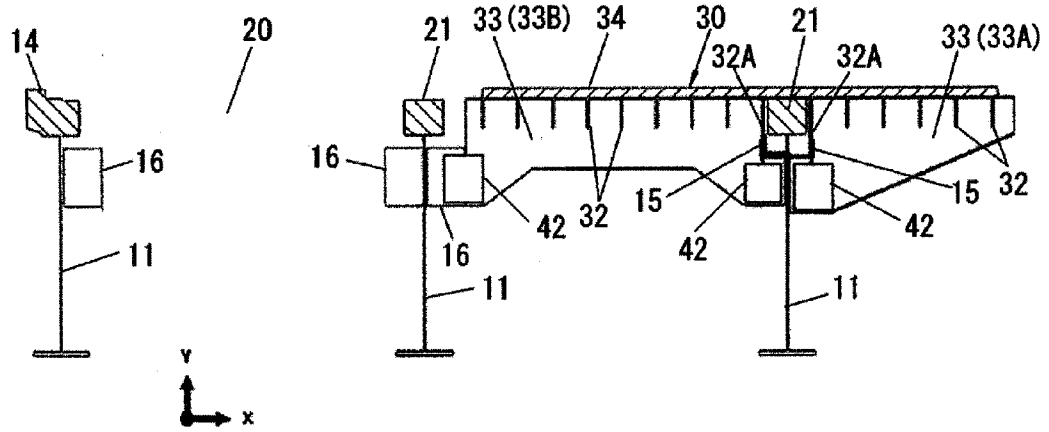
[図20A]



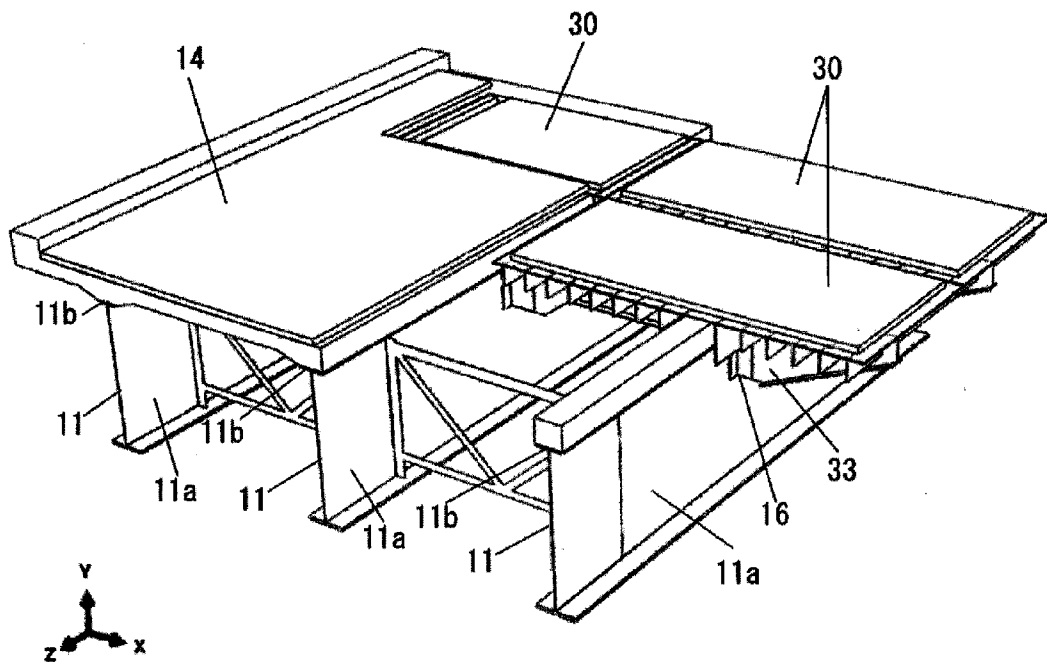
[図20B]



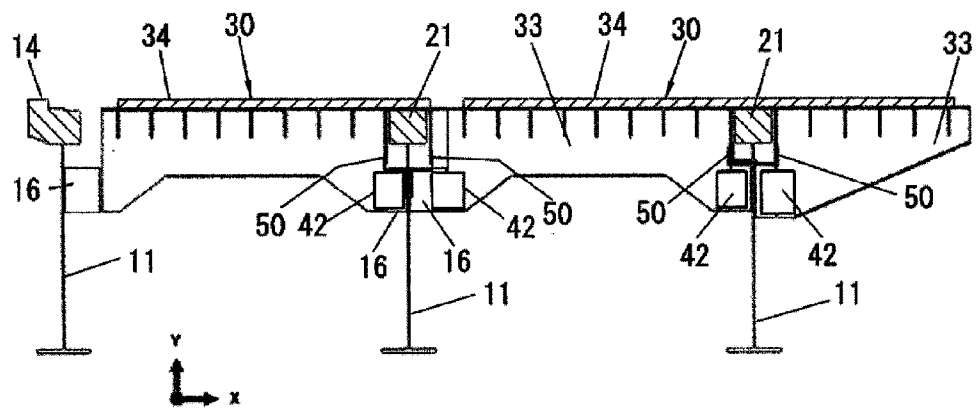
[図20C]



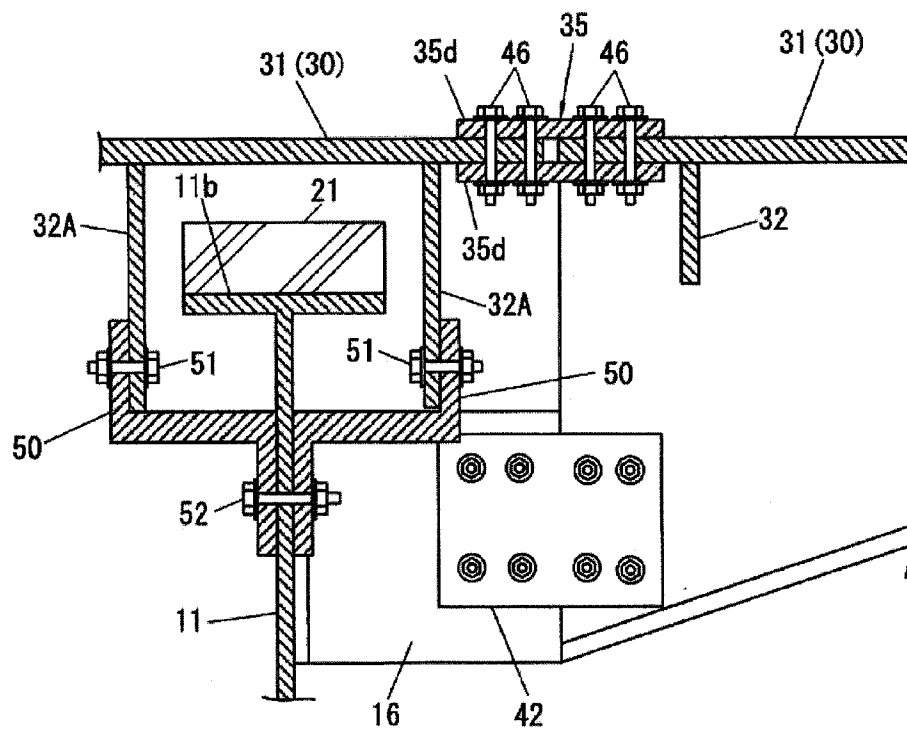
[図20D]



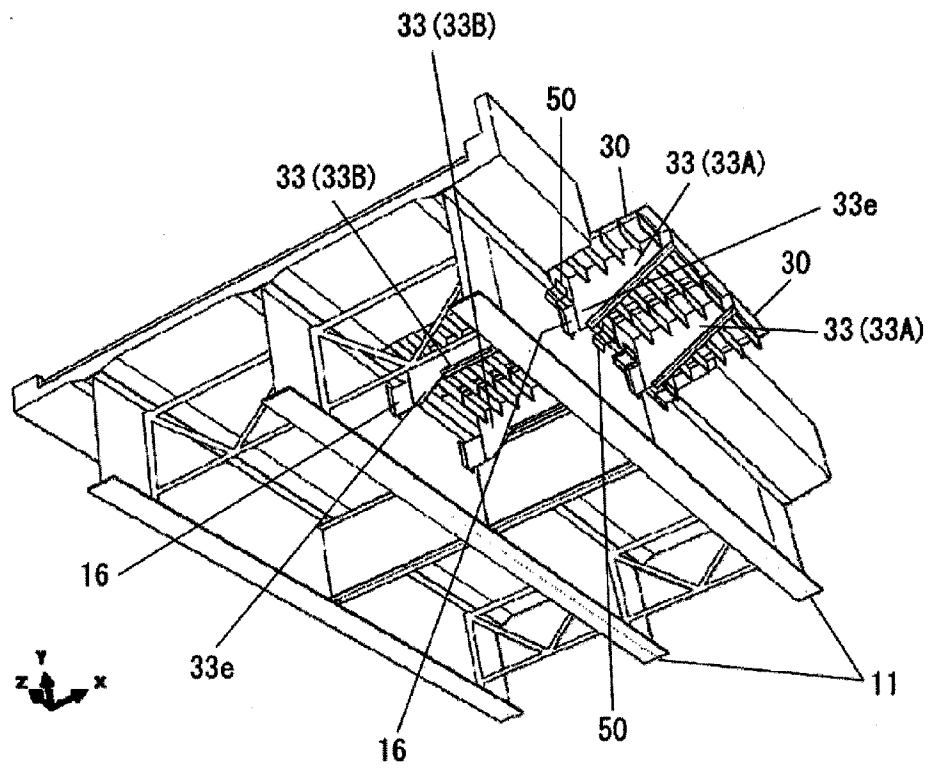
[図20E]



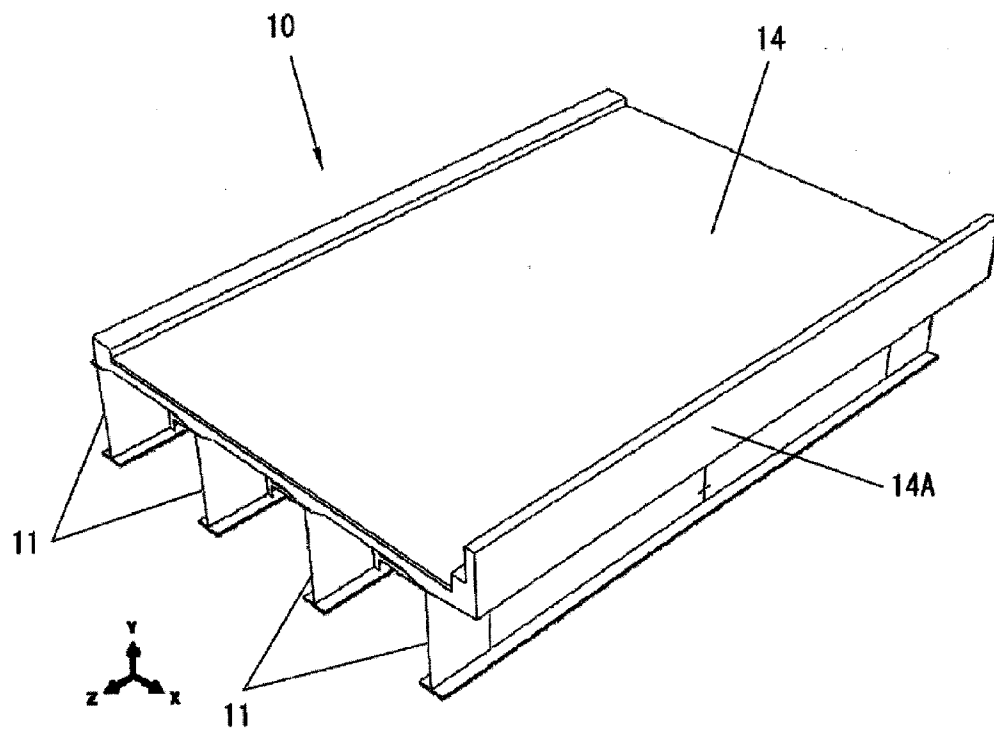
[図20H]



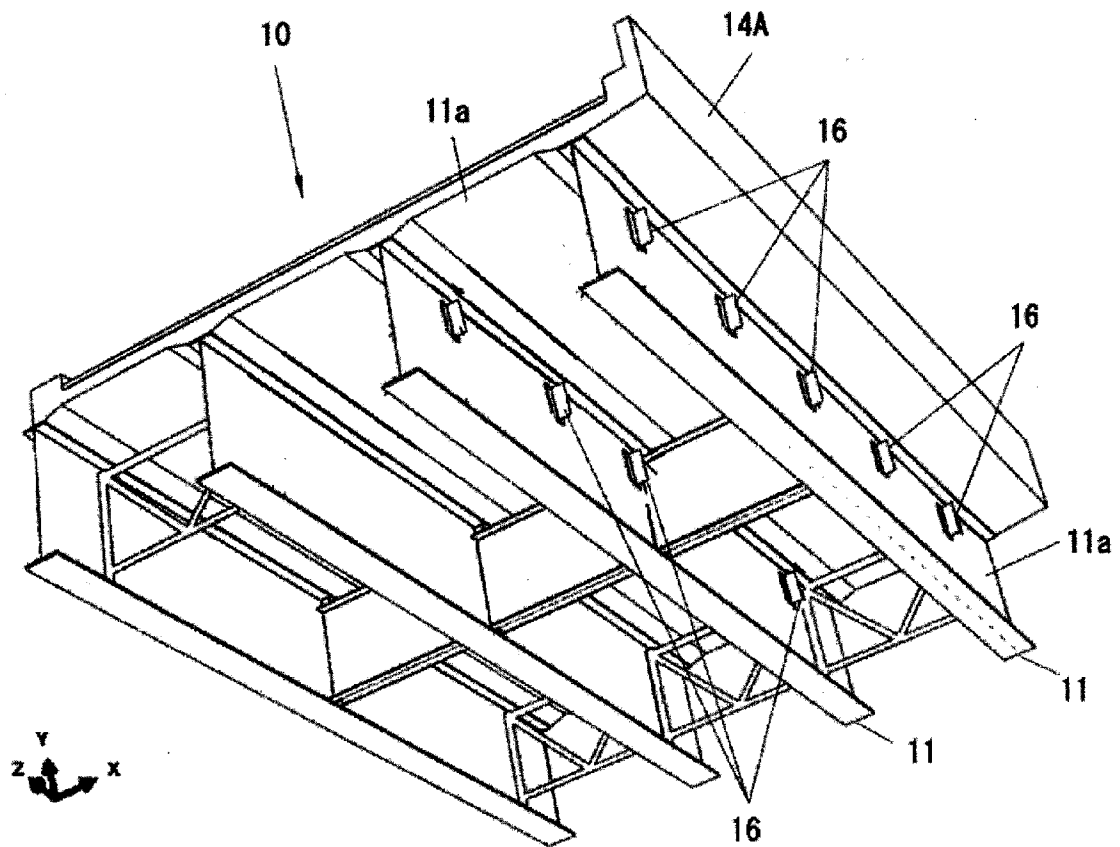
[図21]



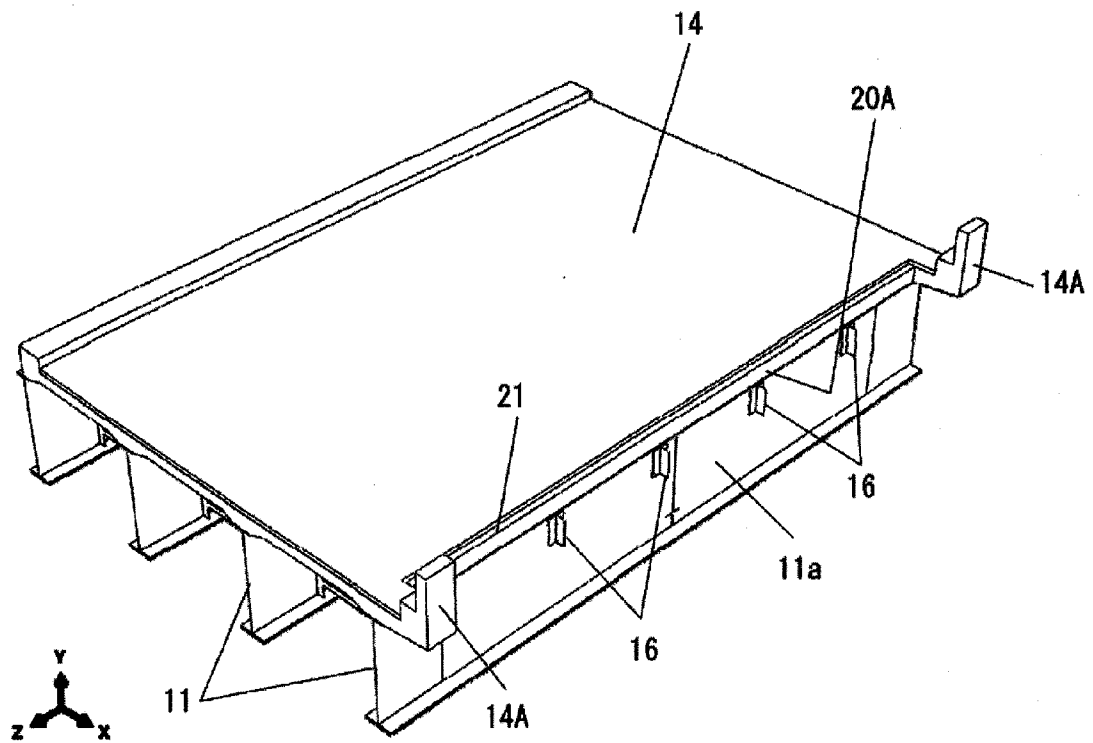
[図22]



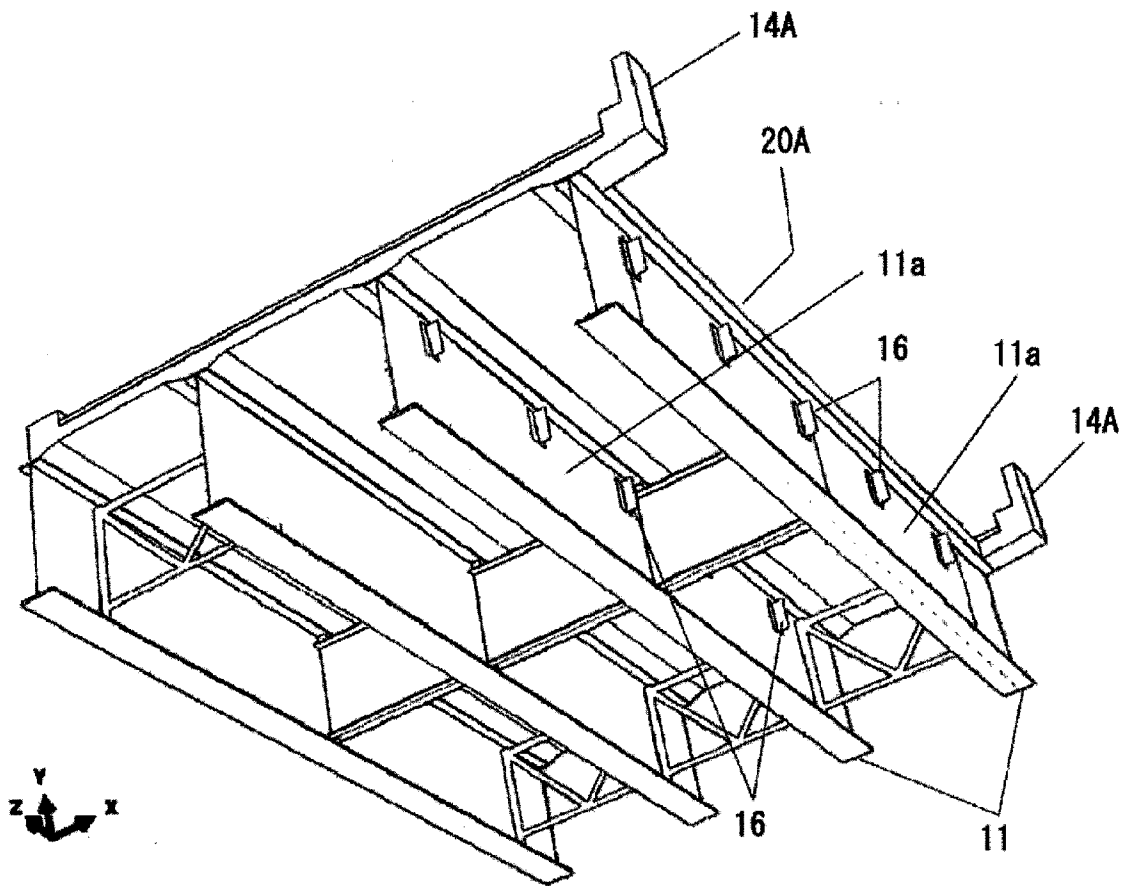
[図23]



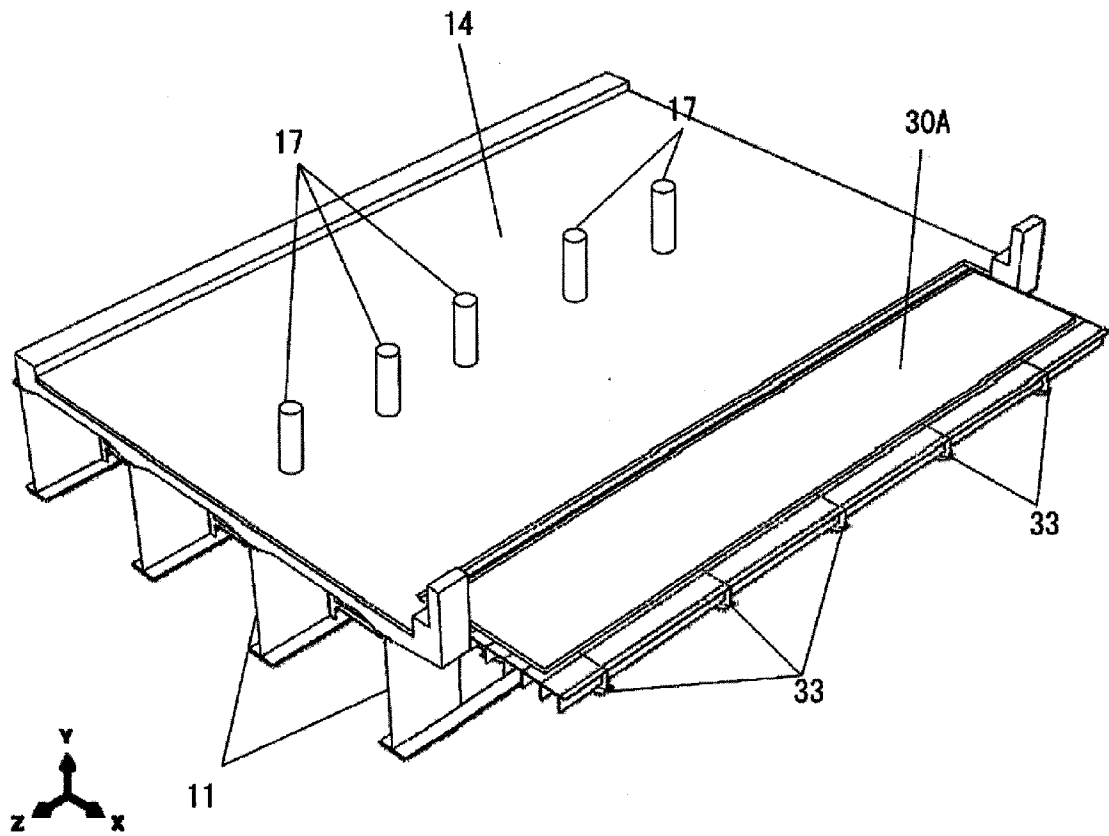
[図24]



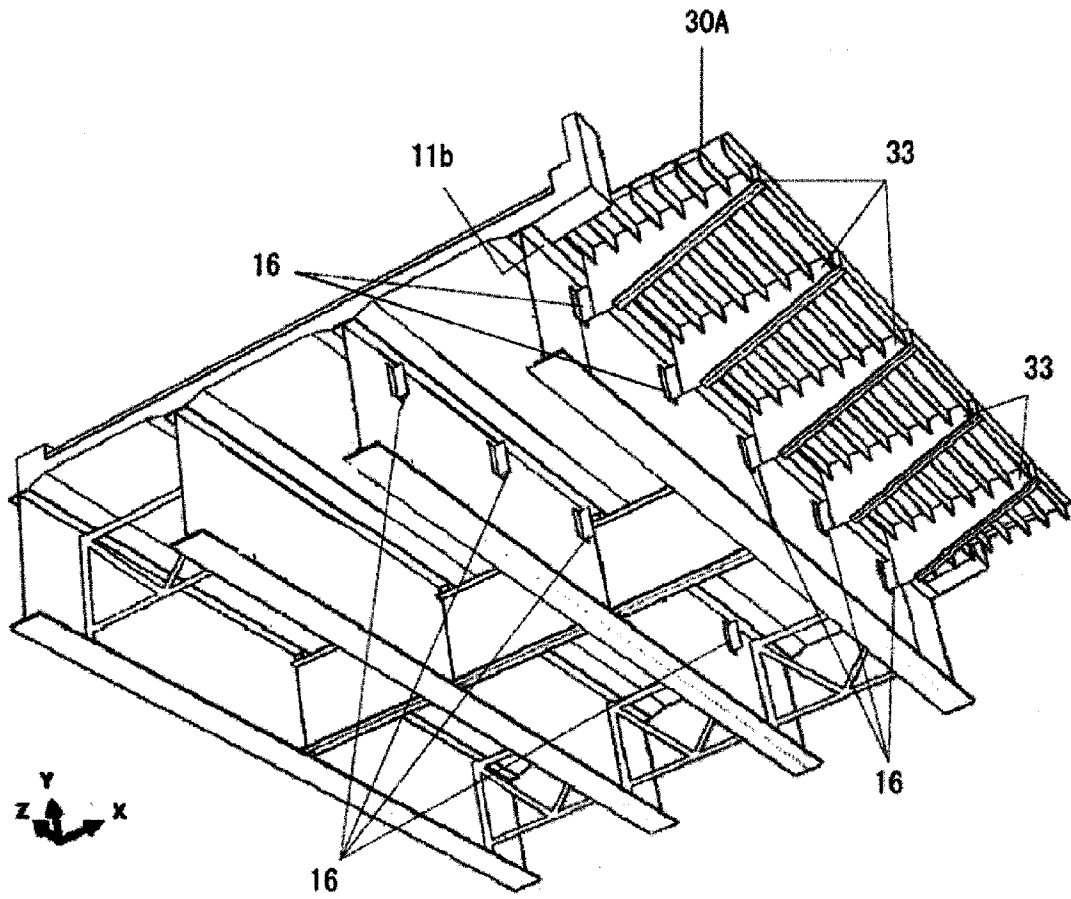
[図25]



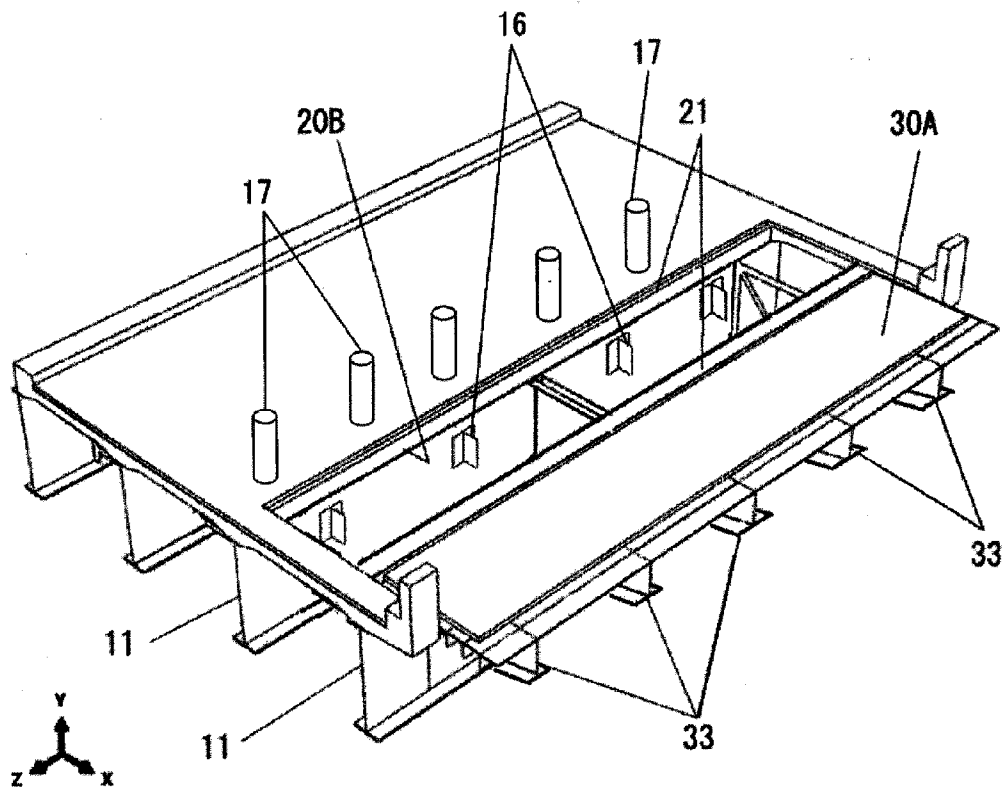
[図26]



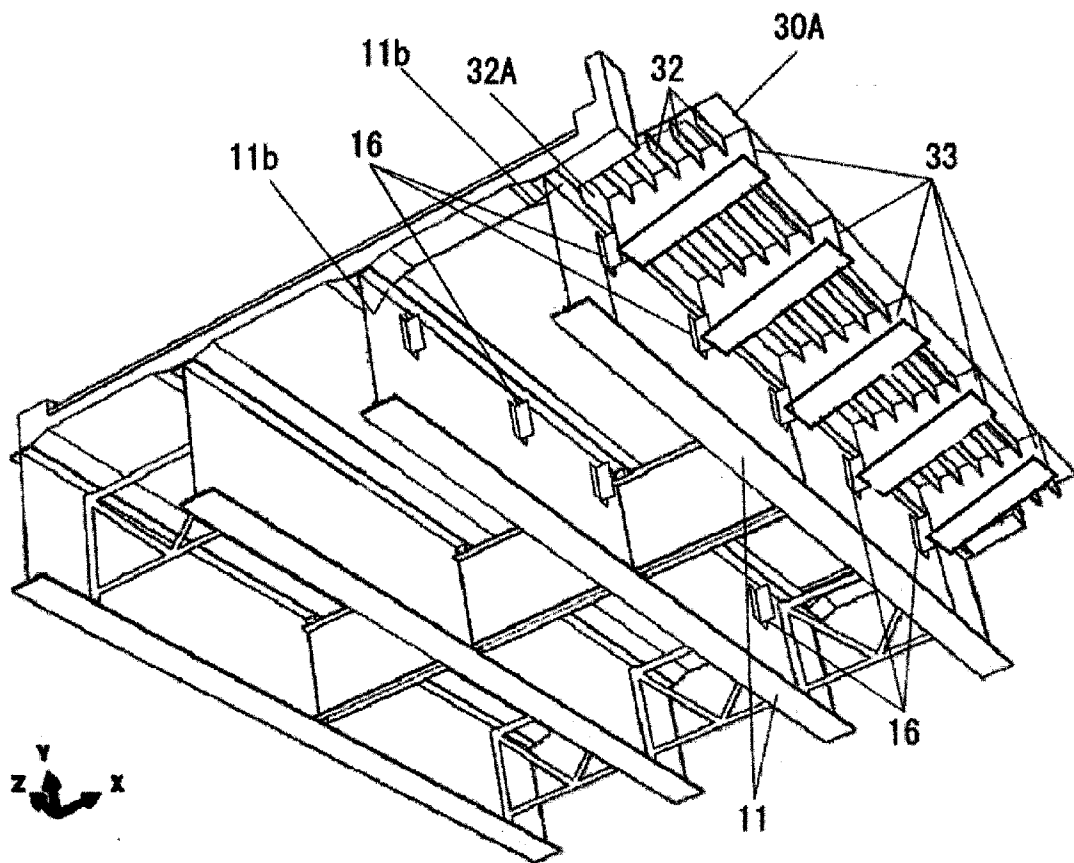
[図27]



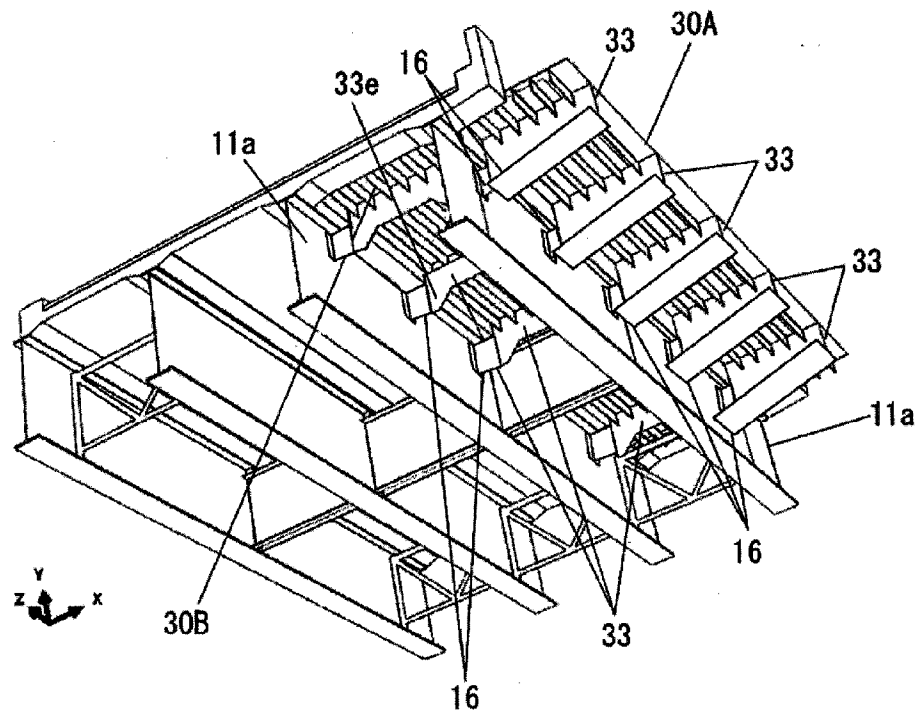
[図28]



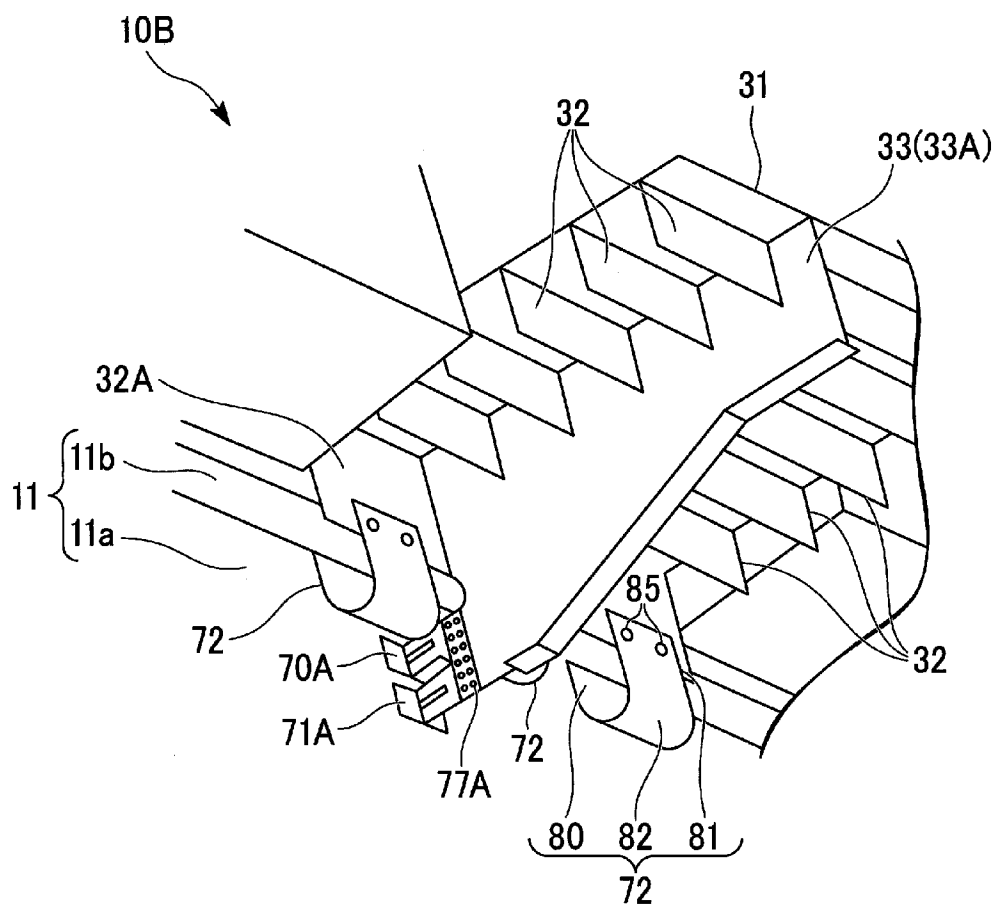
[図29]



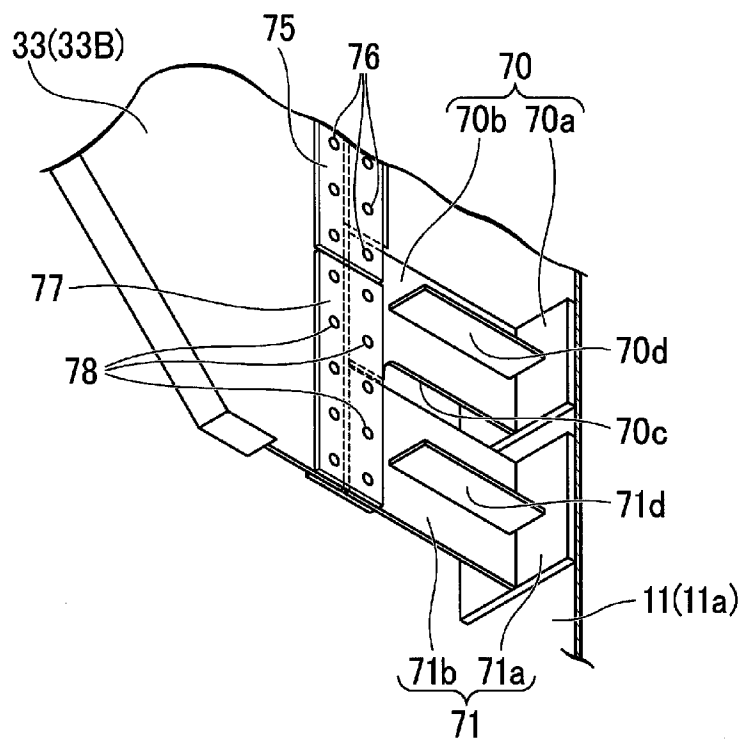
[図31]



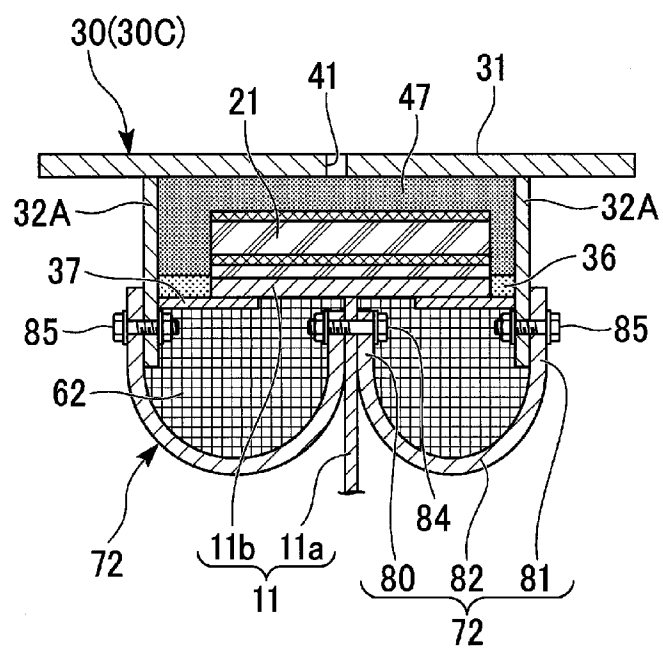
[図34]



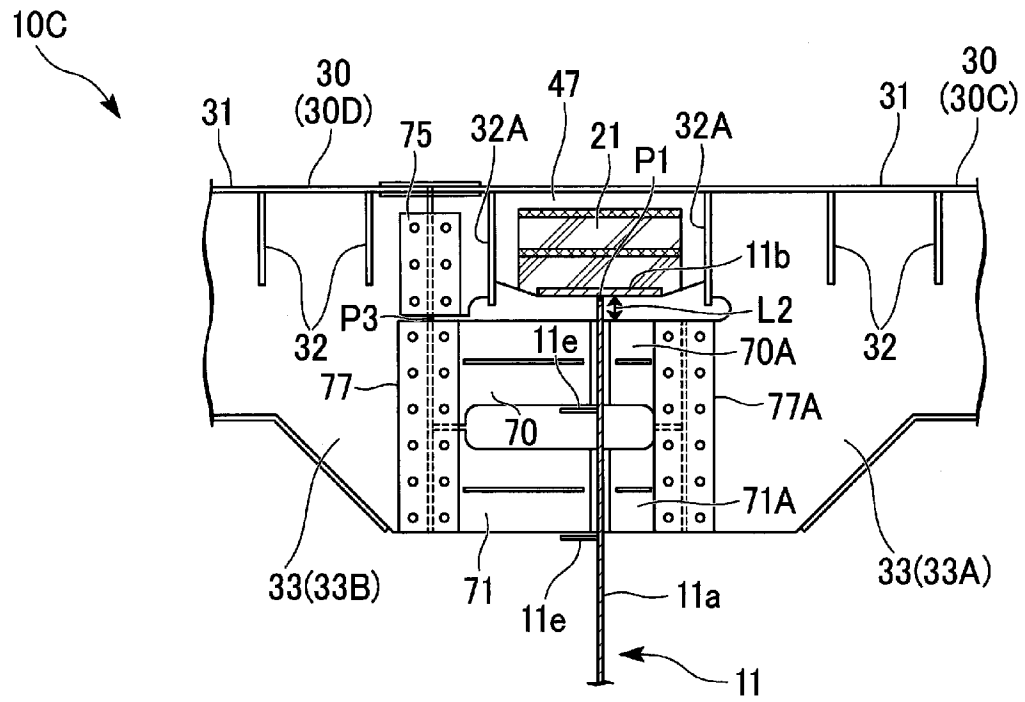
[図35]



[図36]



[図38]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2019/029007

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. E01D19/12 (2006.01) i, E01D22/00 (2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int. Cl. E01D19/12, E01D22/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2019

Registered utility model specifications of Japan 1996-2019

Published registered utility model applications of Japan 1994-2019

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2019-065675 A (JFE ENGINEERING CORP.) 25 April 2019, entire text (Family: none)	1-26
A	JP 2016-194215 A (MITSUI ENGINEERING & SHIPBUILDING CO., LTD., MITSUI ZOSEN STEEL STRUCTURES ENGINEERING CO., LTD.) 17 November 2016, entire text & JP 5878657 B1	1-26
A	JP 2007-327256 A (NIPPON STEEL CORP.) 20 December 2007, entire text (Family: none)	1-26
A	JP 2018-059312 A (JFE ENGINEERING CORP.) 12 April 2018, entire text (Family: none)	1-26



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
28.08.2019

Date of mailing of the international search report
10.09.2019

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No. PCT/JP2019/029007
--

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 6857156 B1 (GROSSMAN, Stanley J.) 22 February 2005, entire text (Family: none)	1-26

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. E01D19/12(2006.01)i, E01D22/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. E01D19/12, E01D22/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2019年
日本国実用新案登録公報	1996-2019年
日本国登録実用新案公報	1994-2019年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2019-065675 A（J F Eエンジニアリング株式会社）2019.04.25, 全文（ファミリーなし）	1-26
A	JP 2016-194215 A（三井造船株式会社、三井造船鉄構エンジニアリング株式会社）2016.11.17, 全文 & JP 5878657 B1	1-26
A	JP 2007-327256 A（新日本製鐵株式会社）2007.12.20, 全文（ファミリーなし）	1-26

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

28.08.2019

国際調査報告の発送日

10.09.2019

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

神尾 寧

2 B

3 4 0 7

電話番号 03-3581-1101 内線 3237

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2018-059312 A (J F E エンジニアリング株式会社) 2018. 04. 12, 全文 (ファミリーなし)	1-26
A	US 6857156 B1 (GROSSMAN Stanley J.) 2005. 02. 22, 全文 (ファミリーなし)	1-26